

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Úprava křižovatky silnice I/46 a II/444 ve městě Šternberk

Modifying the Intersection of Roads I/46 and II/444 in

Sternberk

Student:

Bc. Martin Kresta

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Petrů, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Kresta**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby
Specializace: 01 Dopravní stavby
Téma: **Úprava křižovatky silnice I/46 a II/444 ve městě Šternberk**
Modifying the Intersection of Roads I/46 and II/444 in Sternberk
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Obsahem diplomové práce je variantní návrh úpravy křižovatky na silnici I/46 a II/444 ve městě Šternberk. Práce bude obsahovat vlastní dopravní průzkum, jeho vyhodnocení a analýzu dopravní nehodovosti. Jelikož se křižovatka nachází na trase přepravy nadrozměrných nákladů, budou jednotlivé varianty navrženy s ohledem na průjezd nadrozměrného nákladu křižovatkou. Jedna varianta úpravy křižovatky bude navržena jako turbo-okružní křižovatka. Práce bude vyhotovena v rozsahu odpovídajícím technické studii a dle pokynů vedoucího práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek
Disertační práce Petrů – Průjezd nadměrných přeprav v prostoru křižovatek

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2017

Datum odevzdání: 01.12.2017



Ing. Ivan Fencel, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 1. 12. 2017




.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111 / 1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Ostravě dne 1. 12. 2017


.....

Podpis studenta

Anotace

Předmětem diplomové práce je variantní návrh úpravy křižovatky na silnici I/46 a II/444. Práce je dělena na teoretickou a praktickou část, přičemž teoretická část práce obsahuje zhodnocení stávajícího stavu křižovatky včetně výsledků dopravního průzkumu a analýzy dopravní nehodovosti. Dále byla stanovena špičková hodinová intenzita, roční průměr denních intenzit a výhledová intenzita pro rok 2039. V návaznosti na výše provedené úkony jsou poté v praktické části zpracovány tři variantní návrhy rekonstrukce této křižovatky, které zohledňují přepravu nadrozměrných nákladů křižovatkou. Po provedení multikriteriálního hodnocení navržených variant se závěr práce věnuje rozpracování vítězného návrhu.

Klíčová slova

Šternberk, rekonstrukce, okružní křižovatka, turbo-okružní křižovatka, nadrozměrný náklad, přechod pro chodce, dopravní průzkum

Anotation

The subject of this diploma thesis is the alternative design of the intersection on road I/46 and II/444. The thesis is divided into a theoretical and practical part, where the theoretical part includes an assessment of the current state of the intersection, including the results of traffic survey and traffic accident analysis. In addition, the peak hourly intensity, the annual average of daily intensities and the projected intensity for 2039 were determined. Following the above mentioned operations, three alternative proposals for the reconstruction of this intersection, which takes into account oversized transport, are then elaborated in the practical part. After multicriterial evaluation of the proposed variants, the conclusion of the thesis is devoted to the elaboration of the winning proposal.

Keywords

Sternberk, reconstruction, roundabout, turbo-roundabout, oversized transport, pedestrian crossing, traffic surveys

Obsah

Seznam použitého značení	8
1. ÚVOD	10
2. POPIS OBLASTI	11
2.1 Zájmová oblast	11
2.2 Poloha křižovatky	12
2.3 Širší dopravní vztahy	13
3. STÁVAJÍCÍ STAV	15
3.1 Stávající uspořádání křižovatky	15
3.2 Technický stav vozovky, chodníků	16
3.3 Dopravní značení	18
3.3.1 Vodorovné dopravní značení	18
3.3.2 Svislé dopravní značení	19
3.4 Problematika křižovatky	20
4. DOPRAVNÍ ANALÝZA	21
4.1 Dopravní průzkum	21
4.1.1 Určení špičkové hodinové intenzity	22
4.1.2 Intenzita dopravy dle ŘSD	25
4.1.3 Stanovení ročního průměru denních intenzit	25
4.1.3 Určení výhledové intenzity	30
4.2 Dopravní nehodovost	31
4.3 Analýza průjezdu nadrozměrného nákladu křižovatkou	33
5. NÁVRHY ŘEŠENÍ KŘÍŽOVATKY	35
5.1 Varianta I – Průsečná křižovatka s pruhem pro odbočení vlevo	36
5.1.1 Návrhové parametry varianty I	37
5.1.2 Přejechy pro chodce	41
5.1.3 Chodníky	41
5.1.4 Samostatné sjezdy	42
5.1.5 Vodorovné dopravní značení	42
5.1.6 Svislé dopravní značení	43
5.1.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů	44
5.1.8 Ověření vlečných křivek	47
5.2 Varianta II – Jednopruhová okružní křižovatka	48
5.2.1 Návrhové parametry varianty II	49

5.2.2 Přechody pro chodce	50
5.2.3 Chodníky	51
5.2.4 Samostatné sjezdy	51
5.2.5 Vodorovné dopravní značení	51
5.2.6 Svislé dopravní značení	52
5.2.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů	53
5.2.8 Ověření vlečných křivek	54
5.3 Varianta III – Turbo-okružní křižovatka	55
5.3.1 Návrhové parametry varianty III	56
5.3.2 Přechody pro chodce	61
5.3.3 Chodníky	61
5.3.4 Samostatné sjezdy	62
5.3.5 Vodorovné dopravní značení	62
5.3.6 Svislé dopravní značení	63
5.3.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů	64
5.3.8 Ověření vlečných křivek	64
6. VYHODNOCENÍ NEJLEPŠÍ VARIANTY	66
6.1 Zdůvodnění hodnocení	67
6.2 Celkové vyhodnocení	68
7. ROZPRACOVÁNÍ VÍTĚZNÉ VARIANTY	69
7.1 Zábor pozemků	69
7.2 Návrh skladby vozovky	71
7.3 Návrh skladby chodníku	71
7.4 Odhad nákladů na rekonstrukci	72
8. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ	73

Seznam použitého značení

ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
km ²	kilometr čtvereční
m ²	metr čtvereční
m	metr
mm	milimetr
m. n. m.	metrů nad mořem
min.	minimálně
max.	maximálně
ks	kus
%	procento
Kč	korun českých
C 20/25	pevnostní třída betonu
XF4	stupeň vlivu prostředí
tzn.	to znamená
resp.	respektive
cca	přibližně
°C	stupeň celsia
RPDI	odhad ročního průměru denní intenzity dopravy
TP	technické podmínky
ČSN	česká technická norma
ČSN EN	česká technická norma eurokód
I/46	označení silnice/číslo silnice
D35	označení dálnice, číslo dálnice
voz.	vozidlo
voz/h	vozidel za hodinu
voz/den	vozidel za den
$I_{m,X}$	intenzita dopravy daného druhu vozidla, zjištěna v době průzkumu
$k_{m,d,X}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu
$k_{d,t,X}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy

$k_{t,RPDI,X}$	přepočtový koeficient týdenní průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy
Σp_d^i	je součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy
Σp_i^t	podíl denní variace intenzity daného dne i na týdenním průměru denních intenzit
Σp_i^r	podíl denní variace intenzity daného měsíce i na ročním průměru denních intenzit
I_v	výhledová intenzita dopravy
k_p	koeficient prognózy intenzit dopravy
k_v	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok
k_0	koeficient intenzit dopravy pro výchozí rok
L_v	délka vyřazovacího pruhu
L_r	délka rozšiřovacího klínu
L_c	délka čekacího úseku
NS	nákladní souprava délky 16,50 metrů
BUS 15	autobus délky 14,95 metrů
KO 2N+1	vozidlo pro odvoz komunálního odpadu délky 9,95 metrů
MPa	megapascal
M. J.	měrná jednotka

1. ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je variantní návrh rekonstrukce křižovatky silnice I/46 a II/444, která je situována ve městě Šternberk, nacházející se severně od města Olomouc. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Cílem teoretické části je přehledně a systematicky popsat stávající stav řešené křižovatky. První část teorie se zabývá analýzou zájmové oblasti, polohou křižovatky a zmíněným popisem stávajícího stavu. Je zde také upozorněno na její problematiku z hlediska nedostatečné kapacity vyhovět vysoké intenzitě silničního provozu.

Druhá část teorie se již zabývá dopravní analýzou obsahující osobní dopravní průzkum s určením špičkové hodinové intenzity, ročního průměru denních intenzit a dalších věcí spojených s výpočtem intenzit dopravy. Část je zde také věnována analýze dopravní nehodovosti a především analýze průjezdu nadrozměrného nákladu křižovatkou.

Praktická část práce obsahuje variantní návrhy řešení rekonstrukce křižovatky, přičemž jedním z nich je žádoucí návrh turbo-okružní křižovatky. Jejich cílem je zlepšení stávajícího stavu, a to především zvýšením kapacity křižovatky za účelem odstranění tvorby dopravních kolon pomocí vhodných stavebních úprav, které zvýší plynulost, ale také bezpečnost silničního provozu. Praktická část je zpracována na základě dopravní analýzy, popsané v teoretické části. Každá z variant je popsána z hlediska návrhových parametrů, dopravního značení a ověřena vlečnými křivkami pro posouzení správného návrhu nutných stavebních opatření pro průjezd přepravy nadrozměrných nákladů křižovatkou.

Závěr práce je věnován vyhodnocení nejlepší varianty podle stanovených kritérií a jejímu dalšímu rozpracování s doporučením k případné rekonstrukci.

2. POPIS OBLASTI

Tato kapitola je věnována oblasti a území, ve kterém se řešená křižovatka nachází. Dále pojednává o její poloze a širších dopravních vztazích silnic, ze kterých se křižovatka skládá.

2.1 Zájmová oblast

Město Šternberk je považováno za moravské město, případně za obec s rozšířenou působností. Nachází se v Olomouckém kraji a leží zhruba 16 km severně od města Olomouc. V současnosti zde žije asi 13,5 tisíce obyvatel. Město se nachází ve výšce přibližně 268 m. n. m. a rozkládá se dle katastrální výměry na celkové ploše 48,79 km². [1]

Pověst o počátku dějin města Šternberk vypráví příběh o udatném rytíři Jaroslavovi ze Šternberka, který dle jejího vyprávění čelil v roce 1241 nedaleko Olomouce tatarskému vojsku, které ohrožovalo Moravu. Jaroslav ze Šternberka zvítězil a za své slavné a důležité vítězství měl získat jako odměnu od krále Václava I. území severně od Olomouce. Na tomto území pak nechal postavit svůj hrad, který pojmenoval svým jménem. Dodnes se vedou debaty o pravdivosti této pověsti, jelikož pravdivost Rukopisů byla definitivně odmítnuta. Získala si však velkou vlnu popularity, a to i přesto, že pověst sama o sobě pravděpodobně pravdivá není. Její obsah však stojí na reálném základě, který souvisí se sňatkem Přemysla Otakara II. s Markétou Babenberskou. Sňatkem totiž Přemysl Otakar získal rakouské vévodství, významné geopolitické území, díky čemuž se dostal do střetnutí s uherským králem Bélou IV., který se nechtěl vzdát nároků na toto území. Béla IV. tak vytáhl na Přemysla Otakara s armádou v roce 1253, která pronikla až na sever Moravy k Olomouci. Obranou tohoto města byl pověřen Otakarův český dvořan Zdeslav ze Šternberka, který nepřátelskou armádu zahnal zpět do Uher. Za tento čin pak obdržel od krále území, ve kterém postavil hrad pojmenovaný svým jménem. Šternberk tedy vznikl z osady pod hradem stejného jména, který střeží důležitou křižovatku obchodních cest. Historické jádro města je vyhlášeno za městskou památkovou zónu. [2]

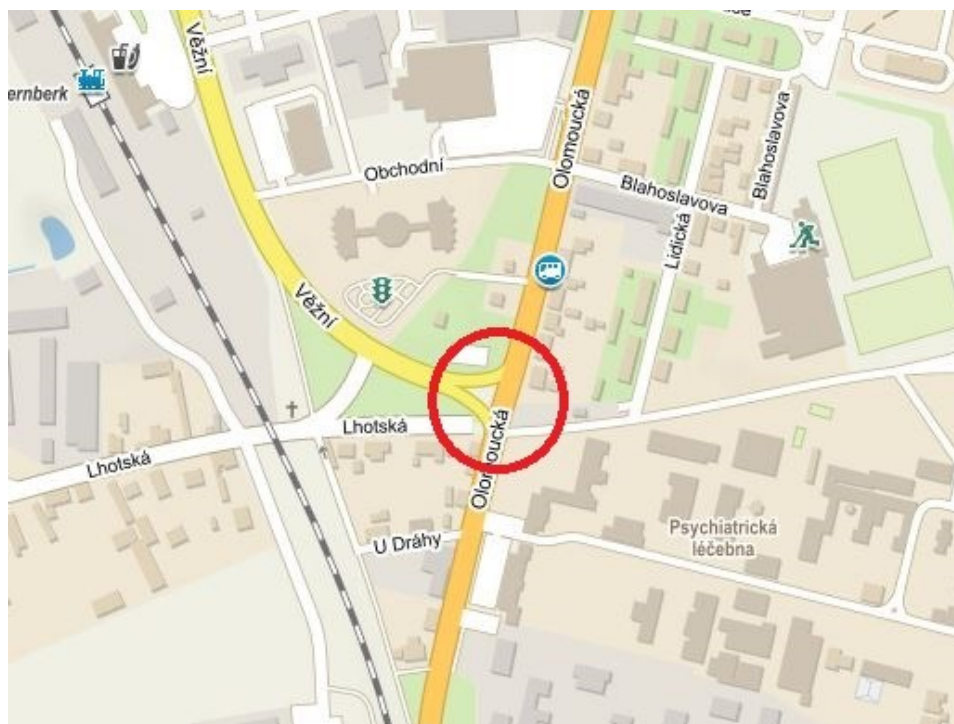
Vzhledem k pověsti je za nejvýznamnější památku považován hrad Šternberk, který je národní kulturní památkou. Dále pak kostel Zvěstování P. Marie s přilehlým augustiniánským klášterem. Za zmínku také stojí muzeum Expozice času, které navazuje na dřívější výrobu nástěnných hodin, budíků a hodinek. Šternberk je rovněž sídlem římskokatolické farnosti a působí zde sbor Českobratrské církve evangelické. Město pravidelně pořádá kulturní a společenské akce pro své obyvatele. [1]



Obrázek č. 1 – Poloha zájmové oblasti [3]

2.2 Poloha křižovatky

Řešená křižovatka je situována na okraji města Šternberk, konkrétně v jeho jižní části. V případě cesty od města Olomouc, po silnici I/46, na ni narazíme zhruba po jednom kilometru za hranicí informativní značky s názvem města Šternberk. Z tohoto směru se jedná o jedinou příjezdovou cestu do města Šternberk. Na silnici I/46, která je hlavní pozemní komunikací, se poté napojuje silnice II/444, tvořící přípojnou vedlejší komunikaci. Tímto vzájemným spojením vzniká úrovněvá, světelně neřízená, styková křižovatka ulic Olomoucká (I/46) a Věžní (II/444), kterou probíhají hlavní dopravní proudy. Obě komunikace zajišťují průjezd městem z celkem tří světových stran. V místě křižovatky se na silnici I/46 napojuje ulice Lidická, která je však vozidly využívána spíše sporadicky za účelem dopravních obsluh.



Obrázek č. 2 - Poloha křižovatky [3]

2.3 Širší dopravní vztahy

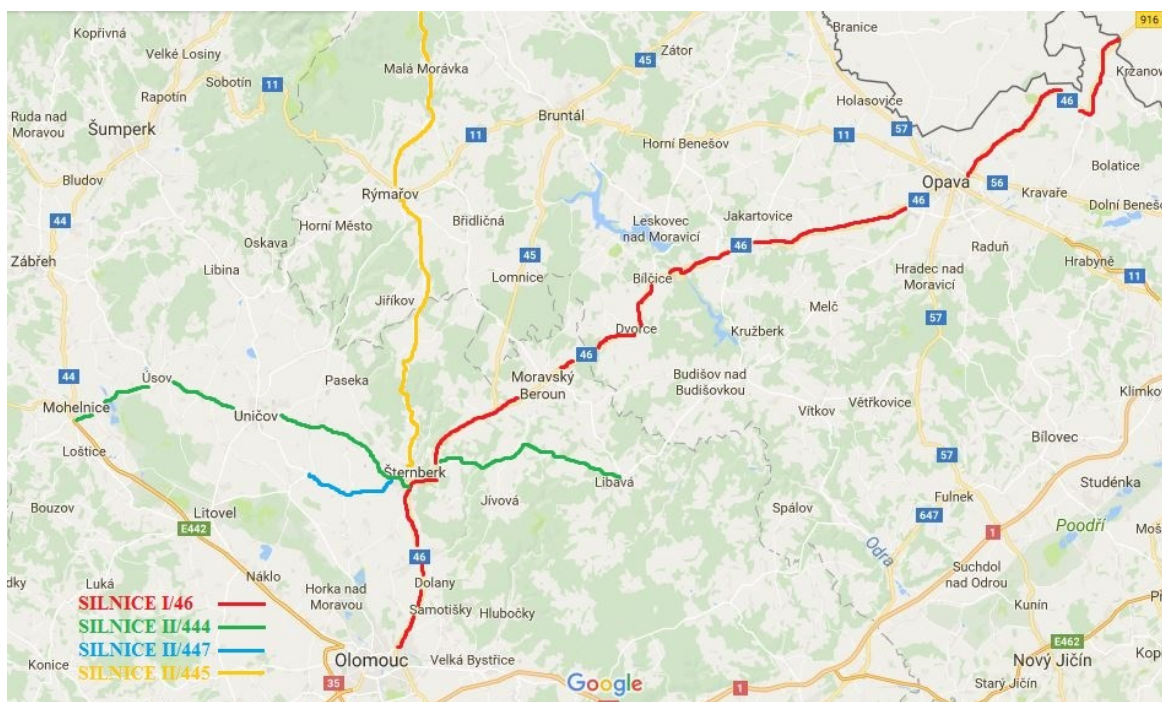
Silnice I/46 a silnice II/444 vytváří ve městě Šternberk pravděpodobně nejvýznamnější komunikační síť, jelikož na těchto silnicích panuje v podstatě neustálý provoz vozidel. V severní části městem dále prochází silnice II/445.

Hlavní komunikace, silnice I/46, tvoří dlouhou trasu začínající v Olomouckém kraji, která dále vede severovýchodním směrem napříč celým Moravskoslezským krajem. Silnice I/46 vede konkrétně od města Olomouc až do Opavy, kde dále pokračuje k silničnímu hraničnímu přechodu Sudice / Pietraszyn. Na hranicích však silnice I/46 končí a v Polsku pokračuje dále pod označením II/916. V blízkosti Šternberku silnice prochází směrem na Opavu obcemi Lipina a Horní Loděnice nebo moravským městem Moravský Beroun. Nedaleko od samotné Opavy pak narazíme na obec Slavkov. Mezi Opavou a hraničním přechodem pak stojí za zmínku například obec Koberice.

Vedlejší komunikace, silnice II/444, tvoří oproti hlavní komunikaci kratší úsek. Západním směrem od Šternberku prochází městem Uničov, poté malým městem Úsov a obcí Stavenice. Odtud, přibližně po pěti kilometrech, pak ve městě Mohelnice silnice II/444 končí napojením na dálnici D35. Na západní straně města je do silnice II/444 napojena silnice II/447. V řešené křižovatce je silnice II/444 dočasně přerušena ve styku se silnicí I/46. Severovýchodně od města Šternberk pak silnice II/444 znovu pokračuje,

konkrétně v obci Lipina, východním směrem, přes obce Hraničné Petrovice a Domašov nad Bystřicí. Po sedmi a půl kilometrech pak silnice II/444 končí ve městě Libavá, kde doprava dále pokračuje po silnicích II/440 a II/443. Na západní straně města se do silnice II/444

Na okraji města podél silnice I/46 a silnice II/444 je mimo jiné vedena železniční trať, na které je v blízkosti křižovatky zřízena vlaková stanice s návazností na autobusové nádraží.



Obrázek č. 3 - Širší dopravní vztahy [4]

3. STÁVAJÍCÍ STAV

Tato kapitola pojednává o současném uspořádání a technickém stavu křižovatky z hlediska dopravního značení, stavu vozovky, chodníků a problematice křižovatky.

3.1 Stávající uspořádání křižovatky

Hlavní komunikace, silnice I/46, je dvoupruhová komunikace s šířkou jízdních pruhů 3,0 m. Celková šířka komunikace mezi obrubami je mírně proměnlivá, jelikož se pohybuje v rozmezí od 8,0 m do 9,0 m. V prostoru křižovatky po pravé straně komunikace směrem do centra se nachází chodník šířky 2,50 m, který je oddělen od průběžné komunikace stejně širokým zeleným pásem sloužícím pro umístění stožárů veřejného osvětlení. Šířka chodníků a zelených pásů se v celém prostoru křižovatky pohybuje v rozmezí cca od 2,0 m do 3,0 m. Na levé straně komunikace se dále nachází jen travnatá plocha a za ní svah. Až u nároží křižovatky začíná chodník, který dále pokračuje podél vedlejší komunikace. Ve směru na Olomouc je na hlavní komunikaci ihned za druhým nárožím křižovatky zřízen přechod pro chodce, u kterého jsou z každé strany osazeny sloupky, sloužící k samostatnému osvětlení přechodu. Komunikace je dále již z obou stran opatřena chodníky, které jsou opět odděleny zeleným pásem se stožáry veřejného osvětlení.

Vedlejší komunikace, silnice II/444, je rovněž dvoupruhová komunikace. Vzhledem k absenci vodících proužků je šířka jízdních pruhů od osy komunikace po hranu obruby cca 6,0 m, Celková šířka pak čítá cca 12,0 m. Z obou stran je podél komunikace veden chodník se stožáry veřejného osvětlení. Pouze na pravém nároží při příjezdu ke křižovatce je chodník oddělen od komunikace travnatou plochou. Dále je u napojení na hlavní komunikaci zřízen uprostřed silnice dopravní ostrůvek kapkovitého tvaru s travnatou plochou.

V roce 2015 došlo na křižovatce k menší rekonstrukci pravého nároží při příjezdu na křižovatku z vedlejší komunikace. Součástí této rekonstrukce byla také výměna části zpevněné plochy přilehlého chodníku včetně bezbariérových úprav u přechodu pro chodce na obou stranách komunikace. Na obrázku č. 4 je zobrazen stav nároží a zpevněných ploch před rekonstrukcí. Chodník je zde celoplošně proveden z živičného krytu a rovněž zde chybí travnatá plocha v nároží. Na obrázku č. 5 je již zobrazen stav po rekonstrukci, kdy byla část chodníku vydlážděna betonovou dlažbou, doplněná o signální a varovné pásy u přechodu pro chodce. Dále je nároží rozšířeno doplněním o zmíněnou travnatou plochu.



Obrázek č. 4 – Stav nároží křižovatky a chodníku před rekonstrukcí [4]



Obrázek č. 5 – Stav nároží křižovatky a chodníku po rekonstrukci [3]

3.2 Technický stav vozovky, chodníků

Vozovka v prostoru křižovatky je zhotovena z asfaltobetonového krytu. Jeho stav je uspokojivý a zcela způsobilý pro bezpečný provoz vozidel. Tak samo se dá uvažovat i o přilehlých chodnících z betonové dlažby. Tento fakt však platí především pro hlavní komunikaci. Ve zmíněné rekonstrukci z roku 2015 byly krajnice v prostoru pravého nároží a přechodu pro chodce doplněny o odvodňovací proužek ze dvojřádku žulových kostek. Odtud je poté voda volně odváděna podélným spádem do uličních vpustí.

Na vedlejší komunikaci se vyskytuje značný problém se stavem krajnic a přilehlých chodníků, který je zcela nevyhovující, a to na obou stranách komunikace. Živičný povrch chodníků je již ve velice zašlém stavu, který vykazuje značnou nerovnost vzhledem k velkému počtu rozrůstajících se trhlin. Další věci jsou zmíněné krajnice, které sice jsou v některých místech tvořeny dvojřádkem z žulových kostek, avšak ten je buďto propadlý nebo značně zanesen nečistotou přes kterou není zřejmé, zda se zde dvojřádek vůbec vyskytuje. Naprosto tak zde selhává jeho funkce pro spolehlivé odvodnění. Kraj vozovky

je na vedlejší komunikaci v takovém stavu, že při bližším najetí vozidla kryt vozovky odpadává a tak se tento nevyhovující stav postupem času rozšiřuje. Rovněž obrubníky jsou v těchto místech již kompletně zničené. Na obrázku č. 6 je zachyceno levé nároží vedlejší komunikace se zmíněnými poruchami. Na obrázku č. 7 pak pokračování těchto poruch po celé délce vedlejší komunikace. Totožné poruchy se vyskytují také na opačné straně komunikace.



Obrázek č. 6 – Nevyhovující stav levého nároží křižovatky [foto: Bc. M. Kresta]



Obrázek č. 7 – Poškozená krajnice podél komunikace [foto: Bc. M. Kresta]

3.3 Dopravní značení

Na řešené křižovatce je dle pravidel silničního provozu zajišťována přednost v jízdě pomocí dopravního značení, a to jak vodorovným, tak svislým s absencí světelného signalizačního zařízení.

3.3.1 Vodorovné dopravní značení

Na hlavní komunikaci, silnici I/46, jsou protisměrné jízdní pruhy rozděleny pomocí podélné čáry přerušované, resp. podélné čáry souvislé před přechodem pro chodce. Na obou stranách komunikace jsou umístěny vodící proužky, na styku s vedlejší komunikací přerušované. V místech, kde se značení křížuje s jízdní stopou vozidel, je barva již poměrně sjetá. Směrem na Olomouc, v jižní části křižovatky, je pak vyznačen zmíněný přechod pro chodce.

Vedlejší komunikace, silnice II/444, je opatřena pouze dvojitou podélnou čarou souvislou, rozdělující protisměrné jízdní pruhy. Před dopravním ostrůvkem pak dvojitá podélná čára souvislá plynule přechází do jeho kapkovitého tvaru a vzniklá plocha pak vyplněna dopravním stínem. Na této komunikaci jsou z obou stran vodící proužky zcela zanedbány.

Veškeré vodorovné dopravní značení je zrealizováno technikou nástřiku bílé barvy. Značení plastem nebylo využito.



Obrázek č. 8 – Příklad VDZ s pohledem na vedlejší komunikaci [foto: Bc. M. Kresta]

3.3.2 Svislé dopravní značení

Hlavní komunikace, silnice I/46, je z obou příjezdových stran na křižovatku označena značkou č. P 2 „Hlavní pozemní komunikace“ včetně dodatkové tabulky č. E 2b udávající geometrický tvar křižovatky. Mezi další svislé dopravní značení na této komunikaci patří označení přechodu pro chodce značkami č. IP 6 „Přechod pro chodce“, které jsou z obou směrů umístěné na samostatných sloupcích osvětlujících přechod. Dále je při směru do centra po pravé straně komunikace před autobazarem umístěna značka č. IJ 7 „Čerpací stanice“. Mezi poslední svislé dopravní značení na této komunikaci patří označení silnice I. třídy značkami č. IS 16c „Silnice I. třídy“, umístěnými na obou směrech příjezdu ke křižovatce.

Na vedlejší komunikaci, silnici II/444, je při příjezdu na křižovatku po pravé straně umístěna značka č. IS 3c „Směrová tabule (s jedním cílem)“ označující směrem doprava jízdu na Olomouc. Ihned za ní je umístěna značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ určující přednost vozidel jedoucích po hlavní komunikaci. Na opačné straně vedlejší komunikace směrem od křižovatky je opět podobně jako u komunikace hlavní provedeno označení silnice značkou č. IS 16d „Silnice II. třídy“. Poslední značení je umístěno na dopravním ostrůvku, kde jsou z obou stran osazeny značky č. C 4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“ pro objíždění ostrůvku z pravé strany.

Pro osazení všech zmíněných značek jsou využívány buďto stávající stožáry veřejného osvětlení nebo samostatné sloupky.



Obrázek č. 9 – Příklad VDZ na vedlejší komunikaci [foto: Bc. M. Krešta]

3.4 Problematika křižovatky

Hlavní problematika řešené křižovatky je zaměřena především na intenzitu silničního provozu na křižovatce v době ranní a odpolední dopravní špičky, která způsobuje pravidelné kolony vozidel, jak na vedlejší, tak především hlavní komunikaci.

Tento fakt umocňuje i vyšší intenzita vozidel těžké nákladní dopravy, která křižovatkou projíždí. Co se týče charakteru tohoto typu vozidla, tak vzhledem ke své délce, pomalejšímu rozjezdu a tím i opatrnějšímu rozhledu řidiče na výhledu, je výjezd těchto vozidel o poznání pomalejší, než u osobních automobilů. Všechny tyto faktory jen prohlubují výslednou délku kolon a dobu čekání vozidel na odbočení, případně přímý průjezd vozidel po hlavní komunikaci ve směru na centrum, kdy v době dopravní špičky se na této komunikaci tvoří kolony v rámci desítek metrů. Konkrétně tato zmíněná situace je zachycena na obrázku č. 10, kdy se za odbočujícím nákladním vozidlem začínala pomalu vytvářet dlouhá dopravní kolona. V některých případech řidiči při této situaci svolí k objíždění vozidel, která čekají na odbočení, z pravé strany, kdy se dostávají mimo vyhrazený jízdní pruh komunikace. Tato věc pak vytváří zbytečné riziko a možný vznik konfliktních situací mezi účastníky silničního provozu.

Z výše uvedeného lze konstatovat, že zásadní problém křižovatky spočívá v jejím typu a stávajícímu uspořádání, kvůli čemuž není schopna kapacitně vyhovět vyšší intenzitě silničního provozu.



Obrázek č. 10 – Tvorba kolony za odbočujícím nákladním vozidlem [foto: Bc. M. Kresta]

4. DOPRAVNÍ ANALÝZA

V této kapitole je popsán postup dopravní analýzy, který se skládá z určení špičkové hodinové intenzity, stanovení ročního průměru denních intenzit a výhledové intenzity dopravy. Další část je věnována dopravní nehodovosti na křižovatce. Závěrem kapitoly je poté zpracována analýza průjezdu nadrozměrného nákladu křižovatkou.

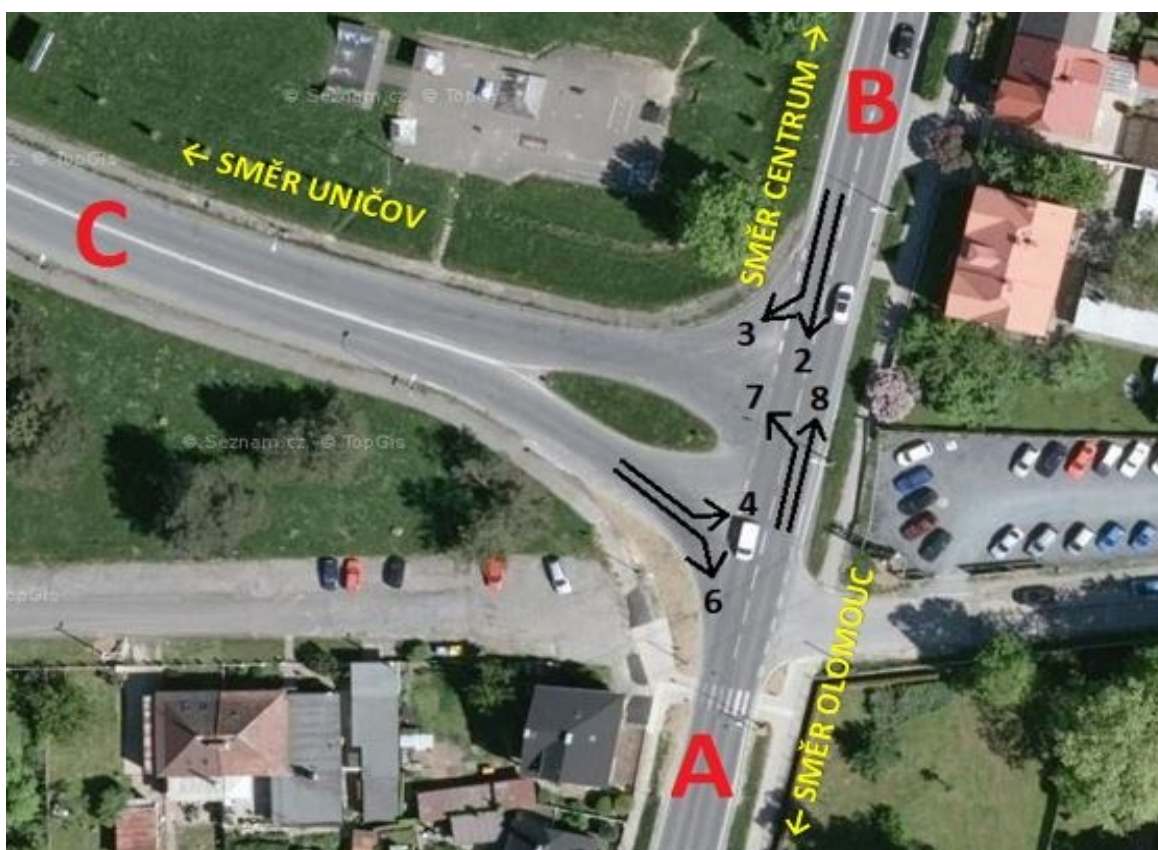
4.1 Dopravní průzkum

Pro výpočet intenzit řešené křižovatky byl využit osobní dopravní průzkum, který se uskutečnil v úterý 28. března 2017. V tento jarní den byly klimatické podmínky pro provedení dopravního průzkumu více než vyhovující. Obloha byla jasná a nejvyšší denní teplota v průběhu dne vyšplhala až na hranici 21 °C. Jelikož v průběhu měření na křižovatce neprobíhaly žádné stavební práce a nenastala žádná mimořádná situace či událost, která by mohla mít za následek změnu provozu na křižovatce, tak lze usuzovat, že nedošlo k žádnému negativnímu ovlivnění naměřených výsledků.

Účelem dopravního průzkumu bylo zjištění celkového počtu vozidel vjíždějících do křižovatky z jednotlivých ramen v nejzatíženější hodině, dále zjištění jejich směru a určení oné špičkové hodiny. Dále se stanovil roční průměr denních intenzit, díky kterému byla zpracována výhledová intenzita dopravy pro rok 2039. Sčítání intenzit vozidel bylo provedeno použitím přímé metody – manuální čárkovací.

V době měření na křižovatce proběhl naprosto minimální provoz motocyklů a cyklistů (cca 3 motocykly a 8 cyklistů za dobu průzkumu). Vzhledem k takto omezenému provozu, nebudou tyto druhy dopravy do výpočtu zahrnuty. Předpokládá se, že veškeré návrhy na přestavbu křižovatky zcela bezpečně pokryjí možný budoucí nárůst intenzity cyklistické dopravy. Intenzita chodců v době průzkumu byla rovněž minimální a počítá se stejně jako v předešlém případě, že jednotlivé úpravy křižovatek zajistí bezpečný pohyb chodců v jejím prostoru.

Dopravní průzkum byl proveden v ranních hodinách od 6⁰⁰ do 8⁰⁰ v jednotlivých 15 minutových intervalech. Pro potřeby měření byla jednotlivá ramena na křižovatce označena písmeny A, B a C. Vzhledem k tomu, že intenzita vozidel na ulici Lidické, která se napojuje z pravé strany na silnici I/46 ve směru na centrum, čítala cca 15 vozidel za celkovou dobu průzkumu a výrazně tak neovlivňuje provoz na křižovatce, není tato ulice zahrnuta do následujícího výpočtu. Na obrázku č. 11 je pak zachyceno jednotlivé očíslování dopravních proudů na křižovatce.



Obrázek č. 11 - Větvě křižovatky a dopravní proudy [3]

4.1.1 Určení špičkové hodinové intenzity

Špičková hodinová intenzita byla po provedení průzkumu určena porovnáním jednotlivých hodinových intervalů, které byly pro přesnější výpočet rozděleny po 15 minutových intervalech. Tabulka č. 1, uvedená níže, vyjadřuje konkrétní počty různých druhů vozidel vjíždějících do křižovatky z jednotlivých ramen A, B a C. Vozidla byla rozdělena na osobní, dále nákladní včetně autobusů a nákladní soupravy. U každého hodinového intervalu je ve spodní části proveden celkový součet vozidel, která během této doby vjela do křižovatky. Na konci této tabulky je pro přehled zobrazen souhrn všech výsledků s celkovými počty vozidel.

Součet v čase 6:00 - 7:00				Součet v čase 6:15 - 7:15			
Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C	Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C
Osobní	269	429	185	Osobní	282	465	186
Nákladní + BUS	25	16	14	Nákladní + BUS	24	18	13
Nákladní soupravy	17	20	17	Nákladní soupravy	21	20	24
Celkem na ramenech	311	465	216	Celkem na ramenech	327	503	223
Celkový součet voz/h	992			Celkový součet voz/h	1053		
Součet v čase 6:30 - 7:30				Součet v čase 6:45 - 7:45			
Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C	Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C
Osobní	303	468	171	Osobní	312	424	165
Nákladní + BUS	30	16	11	Nákladní + BUS	26	15	8
Nákladní soupravy	26	20	26	Nákladní soupravy	30	20	23
Celkem na ramenech	359	504	208	Celkem na ramenech	368	459	196
Celkový součet voz/h	1071			Celkový součet voz/h	1023		
Součet v čase 7:00 - 8:00				SOURHN VÝSLEDKŮ			
Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C	Doba měření	Součet vozidel		
Osobní	313	412	147	6:00 - 7:00	992		
Nákladní + BUS	22	12	10	6:15 - 7:15	1 053		
Nákladní soupravy	40	22	24	6:30 - 7:30	1 071		
Celkem na ramenech	375	446	181	6:45 - 7:45	1 023		
Celkový součet voz/h	1002			7:00 - 8:00	1 002		
				Špičková intenzita	1 071 voz/hod		

Tabulka č. 1 - Hodinové intenzity

Z uvedené tabulky č. 1 je zřejmé, že špičková hodinová intenzita během sledovaného období je v čase od 6³⁰ do 7³⁰ a celkový součet vozidel, která během této hodiny křižovatkou projedou, je **1 071 voz/h**.

V tabulce č. 2 jsou znázorněny konkrétní hodnoty intenzit pro jednotlivé směry ve výsledném čase od 6³⁰ do 7³⁰ společně s číslováním dopravních proudů v závorce dle ČSN 73 6102 [5].

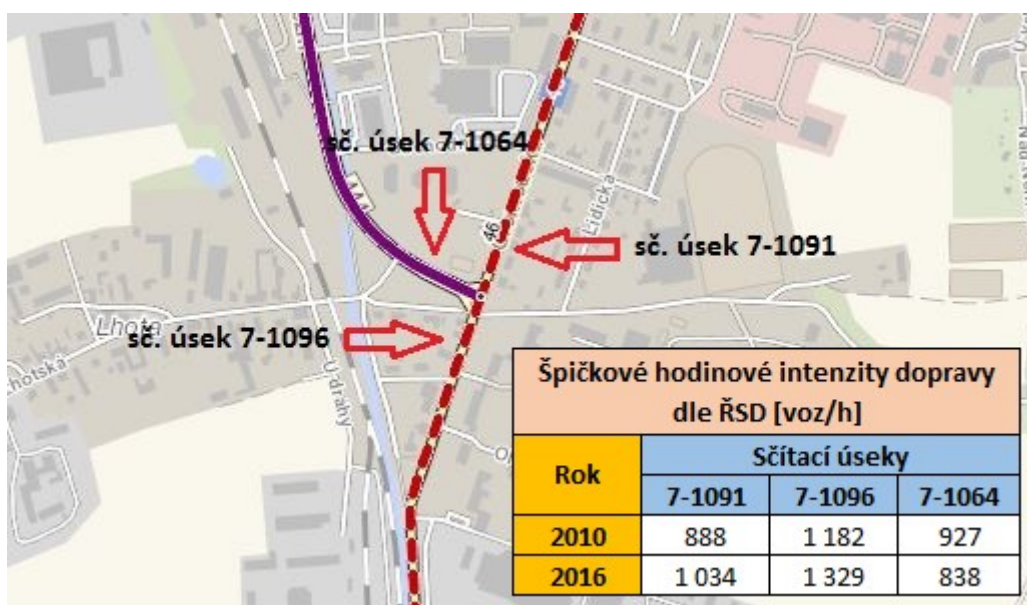
Příjezd	Výjezd	Osobní vozidla	Nákladní + BUS	Nákladní soupravy	Celkem
A	B (8)	216	16	18	250
	C (7)	87	14	8	109
Celkový součet		303	30	26	359
Příjezd	Výjezd	Osobní vozidla	Nákladní + BUS	Nákladní soupravy	Celkem
B	A (2)	449	16	19	484
	C (3)	19	0	1	20
Celkový součet		468	16	20	504
Příjezd	Výjezd	Osobní vozidla	Nákladní + BUS	Nákladní soupravy	Celkem
C	A (6)	169	10	22	201
	B (4)	2	1	4	7
Celkový součet		171	11	26	208

Tabulka č. 2 - Intenzity dopravních proudů ve špičkové hodině

Jak z výše uvedené tabulky vyplývá, dopravní proud č. 2 patří mezi nejzatíženější na křižovatce, kdy vjezd vozidel do křižovatky činí 484 voz/hod, jedná se o směr z ramene B do A, kdy vozidla projíždějí rovně po hlavní komunikaci směrem z centra města Šternberk na město Olomouc. Že je tento dopravní proud s přehledem tím nejzatíženějším, je poměrně logické, jelikož v tuto dobu představuje pravidelné cesty obyvatel Šternberku do zaměstnání, škol či jiných aktivit, které lze nalézt ve městě Olomouc, vzdáleném přibližně 30 minut plynulé jízdy po hlavní komunikaci, silnici I/46. Za tímto proudem pak následují dopravní proudy č. 8 (250 voz/h) a č. 6 (201 voz/h), konkrétně z ramene A do B a z ramene C do A. Intenzity těchto dopravních proudů lze považovat za relevantní pouze pro ranní hodiny, ve kterých byl dopravní průzkum proveden. Očekává se totiž, že v odpoledních hodinách budou dopravní proudy zatíženy pravděpodobně opačně nebo budou více vyrovnané, a to vzhledem k návratu obyvatel zpět do města Šternberk.

4.1.2 Intenzita dopravy dle ŘSD

Pro ověření reálnosti naměřených výsledků z osobního dopravního průzkumu byly hodnoty špičkové hodinové intenzity porovnány dle celostátního sčítání dopravy za rok 2010 a 2016, které pravidelně zajišťuje Ředitelství silnic a dálnic. Řešená křižovatka se nachází na hranici třech měřících úseků. Na hlavní komunikaci, silnici I/46, je sčítací úsek z centra Šternberku ke křižovatce označen 7-1091, v opačném směru z města Olomouc ke křižovatce pak 7-1096. Na vedlejší komunikaci, silnici II/444, je sčítací úsek označen 7-1064. Jednotlivé špičkové hodinové intenzity dopravy jsou zaznamenány na obrázku č. 12.



Obrázek č. 12 – Intenzita dopravy dle ŘSD [6]

Jak z obrázku výše vyplývá, špičkové hodinové intenzity na sčítacích úsecích dle ŘSD se velice přibližují naměřené hodnotě z osobního dopravního průzkumu, kdy špičková hodinová intenzita dopravy dosáhla 1 071 voz/h. Lze tedy hodnoty z osobního dopravního průzkumu považovat za odpovídající a budou tak využity k dalším výpočtům intenzit.

4.1.3 Stanovení ročního průměru denních intenzit

Stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit (dále RPDI) se provádí pomocí přepočtových koeficientů zohledňující denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy získané během dopravního průzkumu. Tyto koeficienty se stanoví podle druhu vozidel a charakteru provozu na komunikaci řešené křižovatky. Výpočet RPDI je tak proveden pro každý druh vozidla, který byl během dopravního průzkumu zaznamenán. Jedná se o osobní

automobily, nákladní vozidla, autobusy a nákladní soupravy. Hodnota odhadu RPDÍ se stanoví dle *TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání)* [7]:

$$RPDI_X = I_{m,X} * k_{m,d,X} * k_{d,t,X} * k_{t,RPDI,X} \quad (1)$$

Kde:

$I_{m,X}$	intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu
$k_{m,d,X}$	přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu [-]
$k_{d,t,X}$	přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy [-]
$k_{t,RPDI,X}$	přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy [-]

V tabulce č. 3 jsou sečteny a zaznamenány intenzity daných druhů vozidel získané během provedeného měření.

Součet v čase 6:00 - 8:00				
Vozidlo	Rameno A	Rameno B	Rameno C	Celkem voz/doba průzkumu
Osobní	582	841	332	1 755
Nákladní	39	26	18	83
Autobus	8	2	6	16
Nákladní soupravy	57	42	42	141

Tabulka č. 3 – Součet jednotlivých druhů vozidel během měření

Z uvedené tabulky č. 3 tedy vyplývají hodnoty $I_{m,X}$ pro daný druh vozidla:

$I_{m,O} = 1\,755$ voz/doba průzkumu

$I_{m,N} = 83$ voz/doba průzkumu

$I_{m,A} = 16$ voz/doba průzkumu

$I_{m,K} = 141$ voz/doba průzkumu

Vzhledem k tomu, že samotný výpočet by byl pro jednotlivé druhy vozidel příliš rozsáhlý, je proto proveden vzorový výpočet pouze pro osobní vozidla a to včetně přiložených tabulek a vzorců nutných k provedení výpočtu.

Pro osobní vozidla platí tento vztah:

$$RPDI_O = I_{m,O} * k_{m,d,O} * k_{d,t,O} * k_{t,RPDI,O}$$

Přepočtové koeficienty $k_{m,d}$, pro jednotlivé druhy vozidel se určí pomocí vztahu:

$$k_{m,d} = \frac{100\%}{\sum p_d^i} \quad (2)$$

Kde:

$\sum p_d^i$ je součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

Jelikož byl dopravní průzkum proveden v ranních hodinách od 6⁰⁰ do 8⁰⁰ v měsíci březen, byly pro výpočty přepočtových koeficientů $k_{m,d}$ jednotlivých druhů vozidel brány hodnoty z příloh zimního období. Hlavní komunikace je silnicí I. třídy, níže z tabulky č. 4 jsou tedy odebírány hodnoty podílů hodinových intenzit z příslušného sloupce.

Komunikace / Hodiny Označení v grafu	D	R	E	I	II-H
0-1	0,60	0,60	0,55	0,39	0,37
1-2	0,39	0,32	0,32	0,20	0,20
2-3	0,30	0,28	0,29	0,20	0,21
3-4	0,31	0,44	0,46	0,45	0,47
4-5	0,49	1,11	1,24	1,42	1,57
5-6	1,72	2,79	3,10	3,47	3,85
6-7	4,69	5,16	5,02	5,34	5,67
7-8	7,28	6,75	6,04	6,33	6,45
8-9	7,88	6,90	6,21	6,42	6,23
9-10	6,52	6,23	6,02	6,18	5,86
10-11	5,56	5,67	5,80	5,96	5,62
11-12	5,47	5,45	5,67	5,88	5,48
12-13	5,68	5,59	5,82	6,07	5,69

Tabulka č. 4 – Denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, osobní vozidla

Výpočet podle vzorce (2):

$$k_{m,d,O} = \frac{100\%}{\sum p_d^i} = \frac{100\%}{5,34+6,33} = 8,568 \quad (2)$$

Přepočtové koeficienty $k_{d,t}$, pro jednotlivé druhy vozidel se určí pomocí vztahu:

$$k_{d,t} = \frac{100\%}{\sum p_i^t} \quad (3)$$

Kde:

Σp_i^t podíl denní variace intenzity daného dne i na týdenním průměru denních intenzit [%]

Charakter provozu	Období	Pondělí	Úterý
D	Jarní	96,9	97,5
	Prázdninové	93,3	94,3
	Podzimní	96,2	98,3
	Zimní	99,2	102,0
R	Jarní	95,0	95,5
	Prázdninové	93,4	92,3
	Podzimní	96,1	96,6
	Zimní	96,3	97,0
E	Jarní	98,2	96,1
	Prázdninové	95,2	92,9
	Podzimní	98,4	96,0
	Zimní	103,0	100,4
I	Jarní	101,7	99,5
	Prázdninové	99,9	96,8
	Podzimní	102,9	99,7
	Zimní	106,4	102,5

Tabulka č. 5 - Týdenní variace intenzit dopravy, osobní vozidla

Měření intenzity dopravy proběhlo v zimním období, konkrétně v úterý. Z výše uvedené tabulky č. 5 tak vyplývá, že Σp_i^t je roven hodnotě 102,5.

Výpočet podle vzorce (3):

$$k_{d,t,o} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^t} = \frac{100\%}{102,5} = 0,975 \quad (3)$$

A nakonec přepočtové koeficienty $k_{t,RPDI}$, pro jednotlivé druhy vozidel se určí pomocí vztahu:

$$k_{t,RPDI} = \frac{100\%}{\Sigma p_i^t} \quad (4)$$

Kde:

Σp_i^r podíl denní variace intenzity daného měsíce i na ročním průměru denních intenzit [%]

Komunikace / Doba	D	R	E	I	II-H, II-S
Označení v grafu	—	—	—	—	—
Leden	79,1	85,0	81,7	86,3	86,6
Únor	80,4	89,9	88,0	89,6	91,5
Březen	97,9	93,3	92,6	95,4	100,7
Duben	101,7	100,4	100,3	102,9	102,0
Květen	105,4	103,3	101,7	103,5	108,8
Červen	108,4	107,7	105,3	104,3	109,5
Červenec	108,7	112,9	112,3	106,9	107,6
Srpen	111,4	115,7	112,3	108,8	106,0
Září	106,8	106,2	106,3	106,4	106,6
Říjen	110,6	101,2	102,2	103,5	99,8
Listopad	102,8	93,6	99,0	96,0	95,2
Prosinec	86,8	90,8	98,3	96,4	85,7

Tabulka č. 6 - Roční variace intenzit dopravy, osobní vozidla

Z výše uvedené tabulky č. 6 vyplývá, že $\sum p_i^r$ je roven hodnotě 95,4.

Výpočet podle vzorce (4):

$$k_{t,RPDI,O} = \frac{100\%}{\sum p_i^r} = \frac{100\%}{95,4} = 1,048 \quad (4)$$

Výpočet ročního průměru denní intenzity pro osobní vozidla podle vzorce (1):

$$RPDI_{,O} = I_{m,O} * k_{m,d,O} * k_{d,t,O} * k_{t,RPDI,O} = 1\,755 * 8,568 * 0,975 * 1,048 = 15\,364,64 \\ \cong 15\,365 \text{ voz/den} \quad (1)$$

Výpočet RPDI pro nákladní vozidla a autobusy podle vzorce (1):

$$RPDI_{,N} = I_{m,N} * k_{m,d,N} * k_{d,t,N} * k_{t,RPDI,N} = 83 * 7,299 * 0,793 * 1,066 = 512,12 \\ \cong 513 \text{ voz/den} \quad (1)$$

$$RPDI_{,A} = I_{m,B} * k_{m,d,B} * k_{d,t,B} * k_{t,RPDI,B} = 16 * 7,230 * 0,852 * 1,094 = 107,82 \\ \cong 108 \text{ voz/den} \quad (1)$$

$$RPDI_{,K} = I_{m,K} * k_{m,d,K} * k_{d,t,K} * k_{t,RPDI,K} = 141 * 9,216 * 0,793 * 1,034 = 1\,065,51 \\ \cong 1\,066 \text{ voz/den} \quad (1)$$

Výsledná hodnota RPDI se získá součtem dílčích součinitelů $RPDI_{,X}$ jednotlivých druhů vozidel dle vzorce (5):

$$RPDI = RPDI_{,O} + RPDI_{,N} + RPDI_{,A} + RPDI_{,K} = 15\,365 + 513 + 108 + 1\,066 = \\ 17\,052 \text{ voz/den} \quad (5)$$

4.1.3 Určení výhledové intenzity

Ke zjištění výhledové intenzity bylo použito *TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání)* [8]. Jelikož by případná rekonstrukce křižovatky proběhla nejdříve v roce 2019, je při stanovení výhledové intenzity vycházeno z tohoto roku. Návrhové období je pak stanoveno na dobu 20 let. Z toho tedy vyplývá, že prognóza intenzity je stanovena na výhledový rok 2039 dle metody jednotného součinitele růstu. Výpočet výhledové intenzity se provede dle vzorce (6).

$$I_v = RPD I \cdot k_p \quad (6)$$

Kde:

$RPDI$ odhad ročního průměru denní intenzity dopravy [voz/den]

k_p koeficient prognózy intenzit dopravy [voz/doba průzkumu]

Koeficient prognózy intenzity dopravy se určí dle vztahu (7):

$$k_p = \frac{k_v}{k_0} \quad (7)$$

Kde:

k_v koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok [-]

k_0 koeficient intenzit dopravy pro výchozí rok [-]

Rok	Typ komunikace				Rok	Typ komunikace			
	D	R	I	II+III		D	R	I	II+III
2010	1,00	1,00	1,00	1,00	2030	1,63	1,63	1,43	1,40
2011	1,02	1,02	1,02	1,01	2031	1,65	1,66	1,44	1,41
2012	1,04	1,04	1,03	1,03	2032	1,67	1,68	1,46	1,43
2013	1,06	1,06	1,04	1,04	2033	1,70	1,70	1,48	1,44
2014	1,09	1,09	1,06	1,06	2034	1,72	1,73	1,49	1,46
2015	1,12	1,12	1,08	1,08	2035	1,75	1,75	1,51	1,47
2016	1,16	1,16	1,11	1,10	2036	1,77	1,78	1,53	1,49
2017	1,19	1,20	1,13	1,12	2037	1,79	1,80	1,54	1,50
2018	1,24	1,24	1,16	1,15	2038	1,82	1,82	1,56	1,52
2019	1,28	1,28	1,19	1,18	2039	1,84	1,84	1,57	1,53
2020	1,32	1,33	1,22	1,21	2040	1,86	1,87	1,59	1,54

Tabulka č. 7 - Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro všechna vozidla

Vzhledem k tomu, že byl dopravní průzkum proveden v roce 2017, tak z tabulky č. 7 vyplývá, že koeficient k_0 je roven 1,13. Pro výhledový rok 2039 je koeficient k_v roven hodnotě 1,57.

Výpočet koeficientu prognózy intenzity dopravy dle vzorce (7) :

$$k_p = \frac{k_v}{k_0} = \frac{1,57}{1,13} = 1,389 \quad (7)$$

Výpočet výhledové intenzity dopravy podle vzorce (6) :

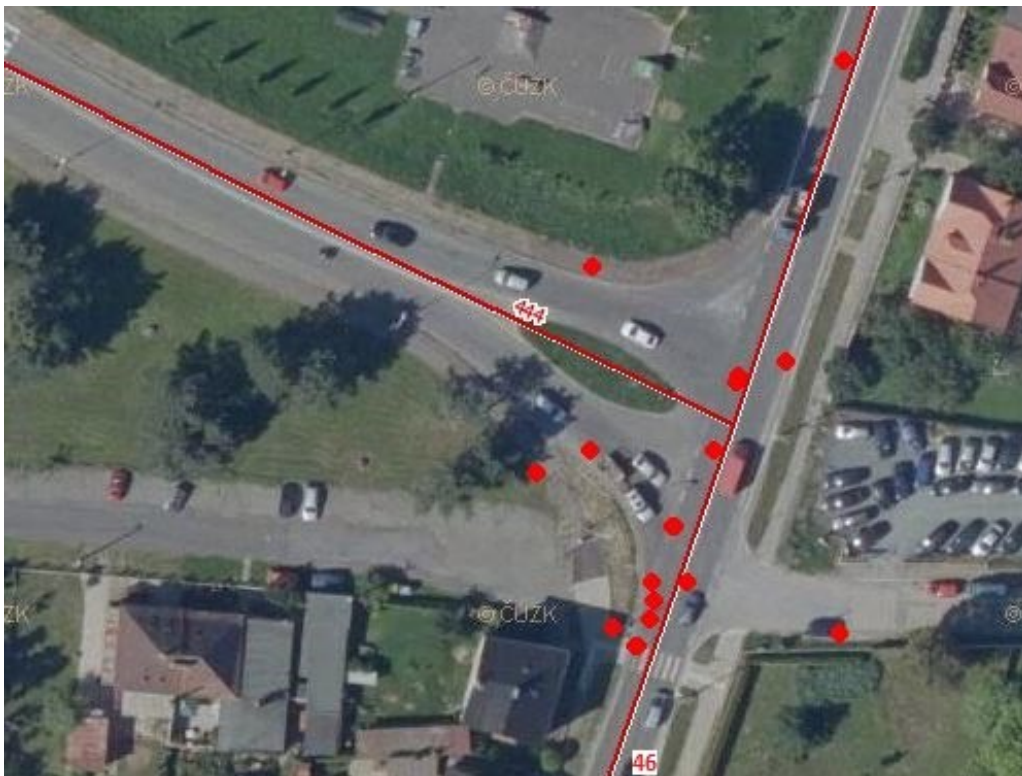
$$I_v = RPDI \cdot k_p = 17\,052 \cdot 1,389 \cong \mathbf{23\,686\,voz/den} \quad (6)$$

Z provedeného výpočtu je zřejmé, že v roce 2039 bude přibližná intenzita dopravy na řešené křižovatce 23 686 voz/den.

4.2 Dopravní nehodovost

Za pomoci jednotné dopravní vektorové mapy byla na řešené křižovatce stanovena dopravní nehodovost. Z poskytnutých údajů bylo zjištěno, že v období od roku 2007 do roku 2017 se v prostoru křižovatky událo celkem sedmnáct dopravních nehod.

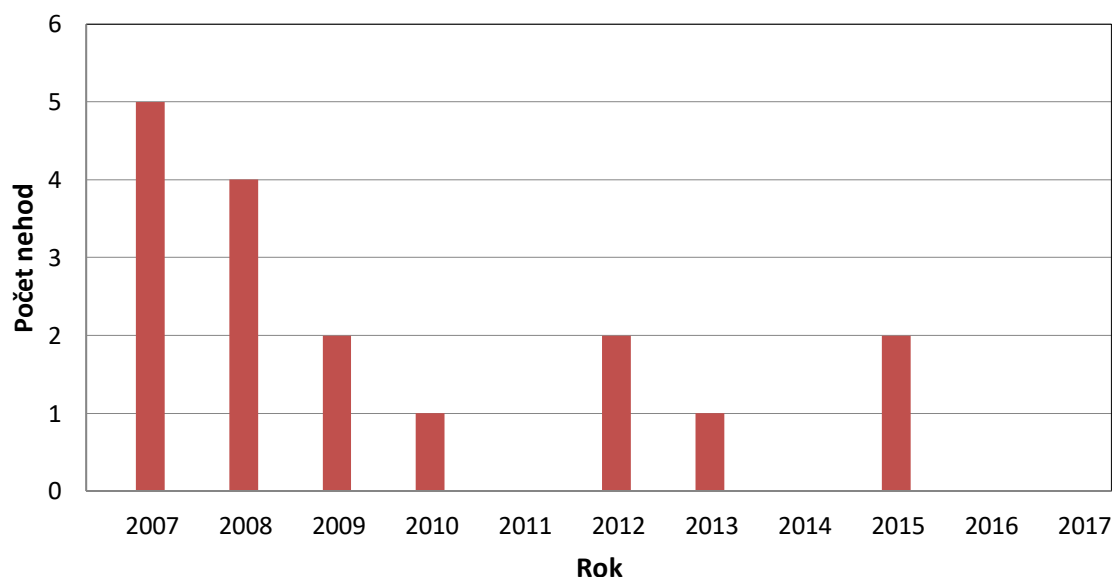
Z tohoto počtu jsou zaznamenány celkem tři případy, kdy došlo ke srážce jedoucího vozidla s chodcem. Dva z nich se udály na hlavní komunikaci, silnici I/46, kdy byli chodci sraženi jedoucím vozidlem při přecházení přes přechod pro chodce. V prvním případě došlo u chodce k těžkému zranění, zatímco ve druhém se již jednalo pouze o lehké poranění. Poslední, třetí nehoda tohoto typu, se udála ve vedlejší uličce při odbočení vozidla z hlavní komunikace. I tento případ se naštěstí obešel bez vážných zdravotních následků. Mezi další dva případy dopravních nehod patří havárie a srážka jedoucího vozidla s pevnou překážkou. Havárie se udála na vedlejší komunikaci, silnici II/444, kdy došlo ke srážce jedoucího vozidla s cyklistou, u kterého však byla zjištěna hladina alkoholu v krvi. Srážka jedoucího vozidla s pevnou překážkou se stala na hlavní komunikaci, kdy řidič narazil do sloupku svislého dopravního značení. Zbylých dvanáct nehod pak čítají srážky vozidel s jedoucím nekolejovým vozidlem. Tento typ nehody je řazen k nejčastějším nehodám na pozemních komunikacích v České republice.



Obrázek č. 13 – Místa dopravních nehod na křižovatce [9]

Vzhledem k délce sledovaného období deseti let, je celkový počet zaznamenaných dopravních nehod při vyšší intenzitě provozu na křižovatce poměrně uspokojivý. Nelze však tuto statistiku považovat za vyhovující, jelikož na křižovatce během rušného silničního provozu vznikají místa, která vytváří potenciální nebezpečí pro vznik konfliktních situací a možnost dopravních nehod. Další věcí je navíc změna zákona. Na grafu uvedeném níže je zobrazena statistika dopravních nehod ve sledovaném období od roku 2007 do roku 2017. Z grafu je totiž patrné, že poté co nabyla účinnosti od 1. ledna 2009 novela zákona o silničním provozu provedená zákonem č. 274/2008 Sb., se počet nahlášených nehod snížil. Oznamovací povinnost dopravních nehod se novelou zvýšila z původních 50 000,- Kč na částku 100 000,- Kč. Z tohoto hlediska tedy může být statistika pouze orientační, jelikož zde nemusí být zaznamenány všechny dopravní nehody.

Statistika dopravních nehod



Graf č. 1 – Statistika dopravních nehod

4.3 Analýza průjezdu nadrozměrného nákladu křižovatkou

Řešená křižovatka se nachází na trase přepravy nadrozměrného nákladu. Směr přepravy nákladu je zaznamenán z ramene A do ramene C, jedná se tedy o odbočení doleva z hlavní komunikace, silnice I/46, na vedlejší komunikaci, silnici II/444.

Ze stavebně-technického hlediska je vyžadováno, aby křižovatka umožňovala bezproblémový průjezd této přepravy. Je však pravidlem, že v mnoha případech tato kritéria křižovatky nesplňují. Jedná se především o svislé dopravní značení, které často bývá osazeno napevno, což znemožňuje jeho manipulaci a stává se tak překážkou v přepravě. V případech, kdy je však možné svislé dopravní značení demontovat, nastává problém s kotevními šrouby, které jsou součástí patky ukotvené v betonovém základu. Z této patky, na kterou se osadí sloupek dopravního značení, vyčnívají zmíněné kotevní šrouby, což způsobuje problém, který vozidlu průjezd znemožňuje. Vypodložením pomocí dřevěných hranolů je však možné tento problém v některých případech odstranit, ale nelze na tuto možnost spoléhat. Tento způsob se uplatňuje rovněž v případech vyššího výškového rozdílu mezi obrubníkem a krytem komunikace, například při přejíždění dopravního ostrůvku, kdy je nutné vzniklý rozdíl vypodložením hranolu snížit. Mezi další překážky lze zařadit například stožáry veřejného osvětlení nebo zábradlí, které často bývá

osazeno v těsné blízkosti komunikace. Demontáž je velmi složitá a často se pak hledá jiná varianta trasy pro přepravu nákladu. [10]

Na obrázku č. 14 je zaznamenán snímek z přepravy nadrozměrného nákladu přes křižovatky v České republice, který vyobrazuje zmíněné problémy.



Obrázek č. 14 – Vypodložení pomocí dřevěných hranolů přes kotevní šrouby [10]

Závěrem této podkapitoly lze konstatovat, že jednotlivé variantní návrhy na rekonstrukci řešené křižovatky, musí zohlednit zmíněná kritéria a splňovat požadavky pro bezpečný a bezproblémový průjezd vozidel přepravujících nadrozměrný náklad. Je nutné, aby při vhodném a správném navržení těchto prvků na komunikaci došlo k pokud možno úplnému vyloučení vzniku potenciálního problému při přepravě nadrozměrného nákladu.

5. NÁVRHY ŘEŠENÍ KŘÍŽOVATKY

V této kapitole je věnován prostor třem variantním návrhům na úpravu řešené křižovatky. Každý z návrhů je zpracován s ohledem na vysokou intenzitu silničního provozu, tzn. jsou navrženy takové stavební úpravy, jejichž hlavním cílem je zvýšit plynulost silničního provozu a co nejvíce omezit tvorbu kolon během dopravní špičky. Kromě těchto úprav jsou také u každé z variant navržena stavební opatření, která zohledňují příležitostný průjezd přepravy nadrozměrných nákladů křižovatkou. Za další cíl jednotlivých návrhů lze zařadit zvýšení bezpečnosti provozu na křižovatce, a to nejen z hlediska vozidel vjíždějících do křižovatky, ale také z hlediska pohybu chodců v jejím prostoru.

U varianty I je provedena změna typu křižovatky ze stykové na průsečnou, kdy je vedlejší obslužná komunikace navedena směrem do křižovatky. Varianta II se zabývá návrhem jednopruhové okružní křižovatky. Závěrečná a poslední varianta III je věnována návrhu turbo-okružní křižovatky.

Navržení jednotlivých variant probíhalo v souladu primárně s ČSN 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [5], ČSN 73 6110 *Projektování místních komunikací* [11], *Metodikou pro navrhování turbo-okružních křižovatek* [13], *TP 179 – Navrhování komunikací pro cyklisty* [14] a *TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích* [15]. Ke správnému návrhu byla rovněž využita mimo jiné také disertační práce zabývající se průjezdem nadměrných přeprav v prostoru křižovatek zpracovanou panem Ing. Janem Petřem, Ph.D. [10]

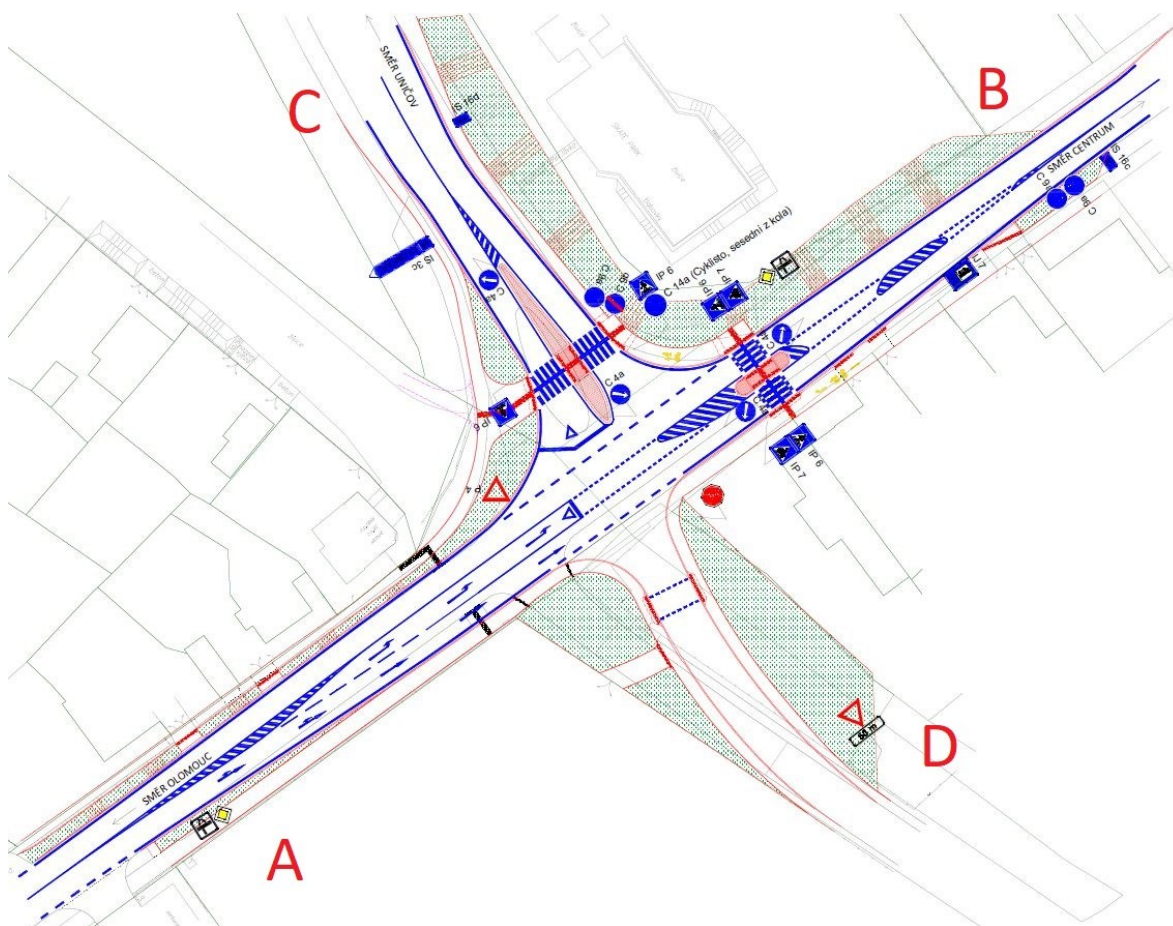
Při výpočtu výhledové intenzity pro rok 2039 bylo zjištěno, že intenzita vozidel v tomto roce bude dosahovat hranice 23 686 voz/den. Po konzultaci s příslušným odborníkem z oblasti problematiky dopravního inženýrství bylo rozhodnuto, že v rámci rozsahu práce, odpovídající technické studii, je upuštěno od kapacitního posouzení variant I a II. U varianty III, návrhu turbo-okružní křižovatky, se naopak očekává, že návrh kapacitně vyhoví, jelikož se modifikovaný tvar křižovatky nejvíce podobá turbo-okružní křižovatce typu koleno. Tento tvar je schopen pojmout intenzitu cca 2 900 voz/h, což je hodnota, které se intenzita silničního provozu v roce 2039 s dostatečnou rezervou nepřiblíží.

Každá z variant je popsána z hlediska návrhových parametrů, které definují např. šířku jízdních pruhů, velikosti směrových oblouků a dopravní značení. Dále jsou popsána všechna nutná opatření pro zajištění průjezdu přepravy nadrozměrných nákladů

křižovatkou, bezpečnosti chodců a nově navržené stavební úpravy. Označení větví křižovatky je shodné pro všechny varianty. Během navrhování byly varianty postupně ověřovány v simulačním programu AutoTURN na průjezd vlečných křivek příslušnými vozidly.

5.1 Varianta I – Průsečná křižovatka s pruhem pro odbočení vlevo

Jedná se o variantu, kde je hlavním záměrem rozšířit prostor hlavní komunikace za účelem vložení přídatného pruhu sloužícího pro odbočení vozidel vlevo z hlavní na vedlejší komunikaci, tedy z ramene A do ramene C. Vzhledem k umístění tohoto pruhu je osa vedlejší obslužné komunikace (rameno D) geometricky upravena a navedena směrem do křižovatky, čímž vytváří zmíněné průsečné uspořádání.



Obrázek č. 15 - Varianta I

5.1.1 Návrhové parametry varianty I

V této podkapitole jsou popsány návrhové parametry na jednotlivých ramenech křižovatky. Popis je věnován jejich šířkovému uspořádání, ale také poloměrům zaoblení křižovatkových větví.

Rameno A

Rameno A tvoří prostor hlavní komunikace. Při příjezdu od města Olomouc je šířka jízdních pruhů na hranici křižovatky navržena na 3,50 m mezi osou komunikace a vozovkovým pruhem. Za touto hranicí pak dochází k rozšíření prostoru hlavní komunikace za účelem vložení přídatného pruhu pro odbočení vlevo na vedlejší komunikaci. Rozšíření je provedeno v takovém rozsahu, aby nedocházelo k nutnému záboru pozemku areálu psychiatrické léčebny po pravé straně komunikace. Přídatný pruh pro odbočení vlevo je navržen v souladu s ČSN 73 6102 [5]. Délka rozšiřovacího klínu L_r byla stanovena pomocí vzorce (8) a je také doplněn dopravním stínem pro usměrnění odbočovacích vozidel.

$$L_r = v_n * \sqrt{d'} \quad (8)$$

Kde:

v_n	návrhová rychlost	[km/h]
d'	větší odsazení od osy komunikace	[m]

Jelikož v tomto případě je návrhová rychlost 50 km/h a větší odsazení přídatného pruhu od osy komunikace má velikost 2,50 m, tak výpočet délky rozšiřovacího klínu je při dosazení do vzorce (8) následovný:

$$L_r = 50 * \sqrt{2,50} = 79,05m \cong 80 m \quad (8)$$

Po stanovení délky rozšiřovacího klínu je nutné vybrat správnou délku vyřazovacího úseku L_v , která se stanoví dle tabulky v ČSN 73 6102 [5]. Šířka přídatného pruhu pro odbočení je navržena na 3,25 m a zmíněná návrhová rychlost je 50 km/h.

Šířka odbočovacího pruhu v m	Návrhová rychlost v km/h						
	50	60	70	80	90	100	120
3,5 (3,25)	40	45	55	60	70	80	100
3,0 (2,75)	35	40	50	55	65	75	—

Délka vyřazovacího úseku pro šířky odbočovacích pruhů užších než 2,75 m se určí z poměru šířky k délce 1:10.
Zvýrazněné hodnoty v tabulce platí zejména pro navrhování mimoúrovňových křižovatek.

Tabulka č. 8 – Délky vyřazovacích úseků [5]

Dle uvedené tabulky č. 8 je délka vyřazovacího úseku L_v stanovena na 40 m. Posledním parametrem, který je třeba určit je délka čekacího úseku L_c . Ta byla stanovena na délku 20 m tak, aby umožňovala společně s délkou vyřazovacího úseku zastavení alespoň dvou vozidel NS délky 16,50 m, což značně uleví těm vozidlům, která budou chtít křižovatkou projet směrem rovně do centra města Šternberk. Šířka jízdních pruhů vedle přídatného pruhu je zachována od hranice křižovatky na 3,50 m. Pro rekapitulaci jsou veškeré parametry přídatného pruhu pro odbočení níže vyobrazeny v tabulce č. 9.

NÁVRHOVÉ PARAMETRY PŘÍDATNÉHO PRUHU PRO ODBOČENÍ VLEVO	
Šířka odbočovacího pruhu	3,25 m
Příčné odsunutí od osy komunikace	2,50 m
Délka rozšiřovacího klínu L_r	80 m
Délka vyřazovacího úseku L_v	40 m
Délka čekacího úseku L_c	20 m

Tabulka č. 9 – Návrhové parametry přídatného pruhu

V případě odbočení z hlavní komunikace doprava na vedlejší obslužnou komunikaci je nároží křižovatky zaobleno pravostranným kružnicovým obloukem o poloměru 10 m.

Rameno B

Rameno B tvoří společně s ramenem A prostor hlavní komunikace. Stavební úpravy jsou velice podobné úpravám na předchozím rameni. Tak jak se v rameni A komunikace postupně rozšiřuje vlivem vložení přídatného pruhu pro odbočení, tak v tomto případě dochází zrcadlově k jeho zúžení, kdy se šířkové uspořádání plynule vrací směrem k hranici křižovatky do původní šířky dvou jízdních pruhů komunikace, která je 3,50 m.

Díky rozšíření hlavní komunikace zde rovněž vzniká prostor, který je využit pro zvýšený dopravní ostrůvek plnící jak funkci dělicí, tak ochrannou, jelikož slouží k umístění přechodu pro chodce přes komunikaci. Dopravní ostrůvek je obdélníkového tvaru a jeho šířka je 2,50 m. Délka ostrůvku je 9,50 m a oba konce jsou zaobleny oblouky o poloměru 1,25 m. Prostor ostrůvku je vydlážděn z betonové zámkové dlažby a díky reliéfní dlažbě zahrnuje i potřebné hmatové úpravy pro pohyb nevidomých chodců.

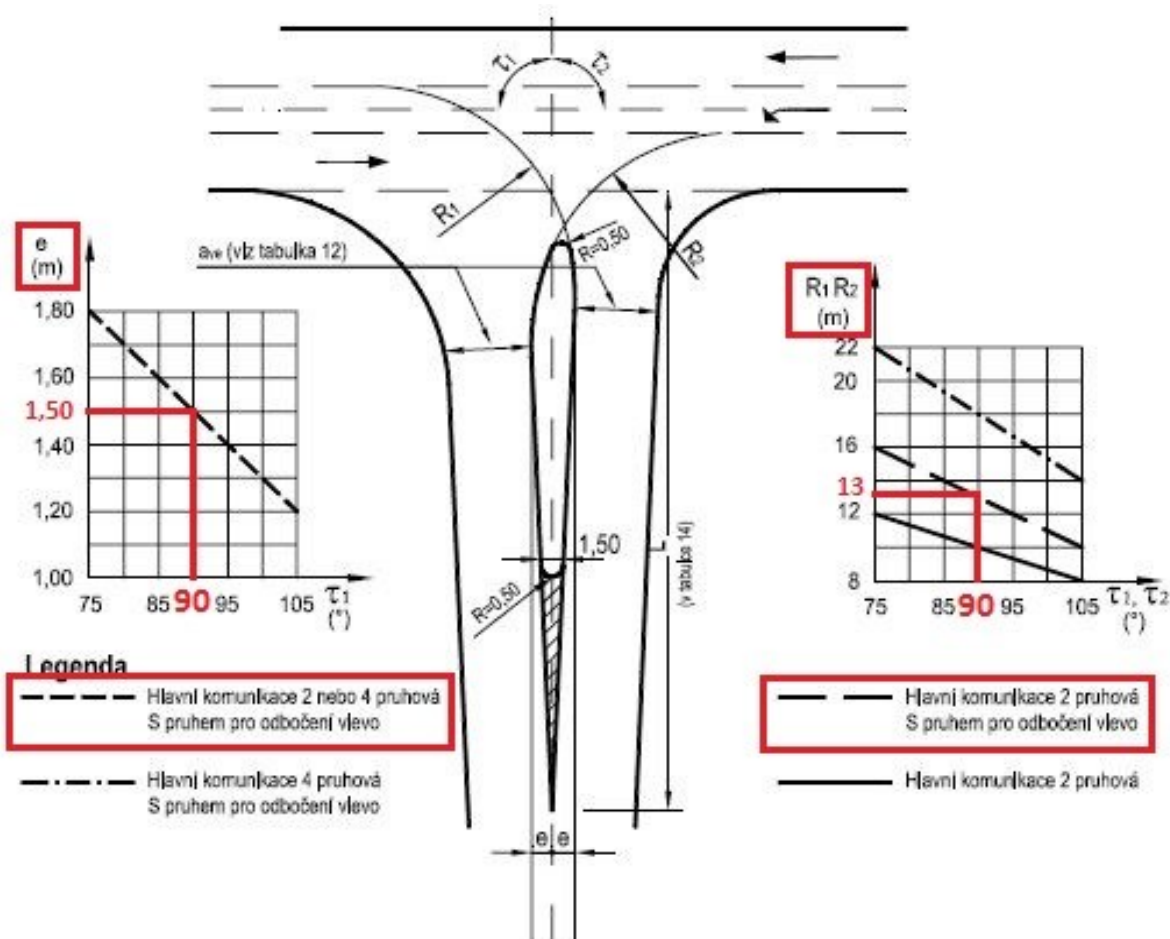
Vrchol dopravního stínu umístěného před zmíněným ostrůvkem je zaoblen obloukem o poloměru 0,50 m. Rovněž je nutné zmínit, že tvar dopravního stínu byl lehce upraven pomocí kružnicového oblouku o poloměru 40 m a to z důvodu vlečných křivek vozidel NS délky 16,50 m, aby nedocházelo k jeho přejíždění, kdy vozidla odbočují z ramene C do ramene B. V opačném případě, kdy vozidla odbočují do ramene C do ramene B je nároží křižovatky upraveno pomocí pravostranného kružnicového oblouku o poloměru 15 m.

Rameno C

Jedná se o rameno vedlejší komunikace, jehož osa je geometricky upravena levostranným kružnicovým obloukem o poloměru 150 m kvůli kolmému napojení na osu hlavní komunikace. Za nejvýraznější stavební úpravu na tomto rameni lze považovat snížený dopravní ostrůvek kapkovitého tvaru, který plní rovněž jako ostrůvek na hlavní komunikaci funkci dělicí i ochrannou kvůli přechodu pro chodce. Před samotným ostrůvkem dochází k zúžení jízdních pruhů. Šířka jízdního pruhu na vjezdu do křižovatky je mezi obrubami 4,80 m. Na výjezdu je již šířka mezi obrubami větší, konkrétně 5,20 m. Toto zúžení je navrženo za účelem zpomalení jízdy vozidel při příjezdu na křižovatku a zároveň také kvůli rozlišitelnosti, kdy vzhledem k užšímu šířkovému uspořádání oproti hlavní komunikaci řidič nabyde dojmu, že přijíždí ke křižovatce po vedlejší komunikaci. Při odbočení doprava na hlavní komunikaci je nároží křižovatky zaobleno složeným kružnicovým obloukem o poloměrech 20, 30 a 25 m.

Navržení dopravního ostrůvku proběhlo na základě pokynů pro vykreslení uvedených v ČSN 73 6102 [5]. Na obrázku č. 16 jsou zvýrazněny parametry nutné pro vykreslení. Určení se provádí pomocí dvou grafů, ve kterých jsou umístěny čáry zobrazující hlavní komunikace s odlišným uspořádáním. V řešené křižovatce je navržená hlavní komunikace dvoupruhová s pruhem pro odbočení vlevo, kterou představuje přerušovaná čára. Dále se určení odvíjí od úhlu křížení hlavní a vedlejší komunikace. V tomto případě je úhel 90° . To znamená, že na levém grafu lze určit, že odsazení e má

hodnotu 1,50 m. Z pravého grafu pak lze vyčíst, že oblouky R_1 a R_2 , určené pro zaoblení vrcholu dopravního ostrůvku, mají poloměr o velikosti 13 m. Pro tuto velikost poloměru zaoblení je délka dopravního ostrůvku stanovena na 40 m.



Obrázek č. 16 – Návrh dopravního ostrůvku [5]

Rameno D

Ramenem D je míněna vedlejší obslužná komunikace, která vede směrem od křižovatky do zástavby města kolem zimního stadionu. Osa komunikace je geometricky upravena vložením pravostranného kružnicového oblouku o poloměru 150 m, kdy je využita plocha autobazaru. Komunikace si drží šířku 7 m po celou délku své úpravy. Mírně šikmé napojení na hlavní komunikaci je provedeno z důvodu usnadnění výjezdu vozidel odbočujících doprava, jelikož nároží křižovatky je zaoblono menším obloukem o poloměru 8 m.

5.1.2 Přechody pro chodce

Oproti původnímu stavu proběhly u přechodů pro chodce poměrně zásadní změny. Na rameni A bylo nutné původní přechod pro chodce kompletně zrušit a to z důvodu umístění přídatného pruhu pro odbočení vlevo. Na rameni B je navržen nový přechod pro chodce vedený přes zvýšený dopravní ostrůvek. Tento přechod je sdruženého charakteru umožňující kromě přechodu chodců přes komunikaci také přejezd cyklistů bez nutnosti sesednutí z kola. Na rameni C je rovněž navržen nový přechod pro chodce vedený v tomto případě přes snížený dopravní ostrůvek. Na rameni D je v této variantě navrženo místo pro přecházení, které je vzhledem k nízké intenzitě provozu na této komunikaci dostačující.

Délku přechodů pro chodce definuje vždy šířka přilehlého jízdního pruhu na obou stranách dopravního ostrůvku. Nově navržené přechody tedy splňují požadavek změny normy ČSN 73 6110/Z1 [12] o maximální délce přechodu při rekonstrukcích. Šířka nově vybudovaných přechodů pro chodce je v obou případech 5 m. Šířka místa pro přecházení je pak 4 m.

Z hlediska bezbariérových úprav je u všech přechodů pro chodce snížena obruba na výšku 20 mm od povrchu komunikace. Každý z přechodů je vybaven varovným pásem šířky 0,40 m a signálním pásem o šířce 0,80 m. Součástí přechodů je osazení vodících pásů přechodu pro slabozraké. Na koncích chodníků a v místech přechodů pro chodce je provedeno lokální snížení 10% v šířce 1 m. Všechny bezbariérové úpravy jsou provedeny dle vyhlášky 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb [17].

5.1.3 Chodníky

Nové chodníky jsou navrženy s povrchem betonové zámkové dlažby tloušťky 60 mm a umístěny s ohledem na stávající stav křižovatky. Na rameni A podél areálu psychiatrické léčebny chodník stávající stav v podstatě kopíruje. Podobná situace panuje na opačné straně podél zástavby. V tomto případě je však chodník oproti stávajícímu stavu lehce rozšířen na proměnnou šířku 1,50 – 1,70 m, kdy je využita plocha travnatého svahu, který se nachází mezi chodníkem a hlavní komunikací. Větší šířka chodníku v tomto místě není doporučena, protože je nutné, aby sklon svahu dosahoval poměru alespoň 1:1. Pro vyloučení případných komplikací v této věci jsou v celé délce navrženy betonové palisády, které umožňují mírné zajištění svahu. Na rameni B je podél zástavby místo chodníku

navržená stezka pro chodce a cyklisty se společným provozem, jejíž šířka je v nejužším místě 2,50 m. Tato stezka poté plynule pokračuje přes sdružený přechod pro chodce a cyklisty k rameni C. Od tohoto místa již stezka pokračuje v šířce 3 m a je ukončena u přechodu pro chodce. Tento návrh probíhal v souladu s *TP 179 – Navrhování komunikací pro cyklisty* [14]. Zbývající chodníky na rameni C a D jsou navrženy se standardní šířkou 2 m. Veškeré nově navržené chodníky plynule navazují na chodníky stávající. Odvodnění je zajištěno příčným sklonem 2% do prostoru komunikace. Na všech ramenech je rovněž zajištěna vodící linie pro nevidomé a to zvýšenou obrubou 60 mm nad povrchem chodníku.

5.1.4 Samostatné sjezdy

Na celkem třech ramenech (A, B, D) jsou navrženy stavební úpravy samostatných sjezdů k přilehlým nemovitostem. Vedeny jsou přes nově navržené chodníky způsobem, kdy na výjezdu z komunikace jsou osazeny sklopené obrubníky. V místě křížení sjezdů s vodící linií jsou umístěny hmatné pásy šířky 0,40 m. Tloušťka zámkové dlažby chodníku je v těchto místech zesílena na 80 mm.

5.1.5 Vodorovné dopravní značení

Navržení vodorovného dopravního značení je provedeno dle *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [16]. Seznam uplatněných druhů vodorovného značení včetně jejich užití a rozměrů je popsán v tabulce č. 10.

Značka	Název	Užití	Rozměr [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	Oddělení jízdních pruhů	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Vyznačení okraje jízdního pásu ve směru hlavní pozemní komunikace	1,5/1,5/0,25
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Oddělení jízdních pruhů	3/1,5/0,125
V 4	Vodící čára	Okraj vozovky na směrově rozdělené pozemní komunikaci	0,25
V 4	Vodící čára	Přerušování dopravního stínu	0,5/0,5/0,25
V 6a	Příčná čára souvislá se symbolem "Dej přednost v jízdě!"	-	0,5
V 7	Přechod pro chodce	-	5/0,5/0,5
V 7b	Místo pro přecházení	-	0,5/0,5/0,25
V 8c	Sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty	-	5/0,5/0,5
V 9a	Směrové šipky	Vyznačení směru jízdy v jízdním pruhu	5/10
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	0,5/1

Tabulka č. 10 - Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty I

5.1.6 Svislé dopravní značení

Stávající

Jediná značka, která bude v této variantě ponechána je značka č. IS 16c „Silnice I. třídy“ (dále jen IS 16c) nesoucí číslo 46, která je umístěna na rameni A ve svahu mezi chodníkem a hlavní komunikací. Platnost této značky i její umístění vyhovuje i pro nově navržený stav.

Rušené

Na hlavní komunikaci, jak na rameni A, tak rameni B dojde ke zrušení značek č. P 2 „Hlavní pozemní komunikace“ (dále jen P 2) společně s dodatkovou tabulkou č. E 2a udávající geometrický tvar křižovatky (dále jen E a2). Vzhledem ke zrušení přechodu pro chodce je nutné rovněž demontovat značky č. IP 6 „Přechod pro chodce“ (dále jen IP 6) na obou stranách hlavní komunikace. Posledními značkami určenými k demontáži jsou značky č. IJ 7 „Čerpací stanice“ (dále jen IJ 7) a IS 16c umístěné po pravé straně ve směru do centra města Šternberk.

Na vedlejší komunikaci bude zrušena značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ (dále jen P 4), jelikož dojde k navrženému zúžení vedlejší komunikace a značka bude muset být přemístěna. Dále budou na dopravním ostrůvku z jeho obou stran demontovány značky č. C 4a „Přikázaný směr objíždění vpravo“ (dále jen C 4a). Dále dojde ke zrušení značky č. IS 3c „Směrová tabule (s jedním cílem)“ (dále jen IS 3c) a to ze stejného důvodu jako u značky č. P 4. Poslední rušenou značkou na této komunikaci je značka č. IS 16d „Silnice II. třídy“ (dále jen IS 16d).

Na závěrečné vedlejší obslužné komunikaci dojde akorát ke zrušení značky č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“, jelikož je navrženo její směrové navedení do prostoru křižovatky.

Nové

Na hlavní komunikaci dojde na obou ramenech A a B k novému osazení značek č. P 2 s dodatkovou tabulkou č. E a2 znázorňující nový geometrický tvar křižovatky. Dále vzhledem k novému zvýšenému dopravnímu ostrůvku dojde k osazení značek č. C 4a a to z obou stran ostrůvku. Značka č. IJ 7 je posunuta dál ve směru do centra města Šternberk, stejně jako značka č. IS 16c. Nová stezka pro chodce a cyklisty se společným provozem bude označena značkou č. C 9a „Stezka pro chodce a cyklisty“. Značka bude osazena

z obou stran sloupku, aby byla stezka zřejmá z obou směrů. Posledními značkami, které je nutné na hlavní komunikaci osadit jsou značky č. IP 6 a také značky č. IP 7 „Přejezd pro cyklisty“ (dále jen IP 7) na obou stranách sdruženého přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty. Na nároží vedlejší komunikace (větev C) bude nově osazena do travnaté plochy značka č. P 4. Na sníženém dopravním ostrůvku budou stejně jako na hlavní komunikaci z obou stran osazeny značky č. C 4a. Dále dojde k označení nového přechodu pro chodce značkami č. IP 6 na obou stranách komunikace. Na straně přechodu, která sousedí s ramenem B bude značka č. IP 6 osazena společně na jednom sloupku se značkou č. C 14a „Cyklisto, sesedni z kola“ (dále jen C 14a). Vedle této značky poté bude na společném sloupku umístěném v travnaté ploše osazena značka č. C 9a ve směru do centra města Šternberk a z druhé strany v opačném směru bude osazena značka č. C 9b „Konec stezky pro chodce a cyklisty“ (dále jen C 9b). Dále dojde k novému umístění značek č. IS 3c a č. IS 16d.

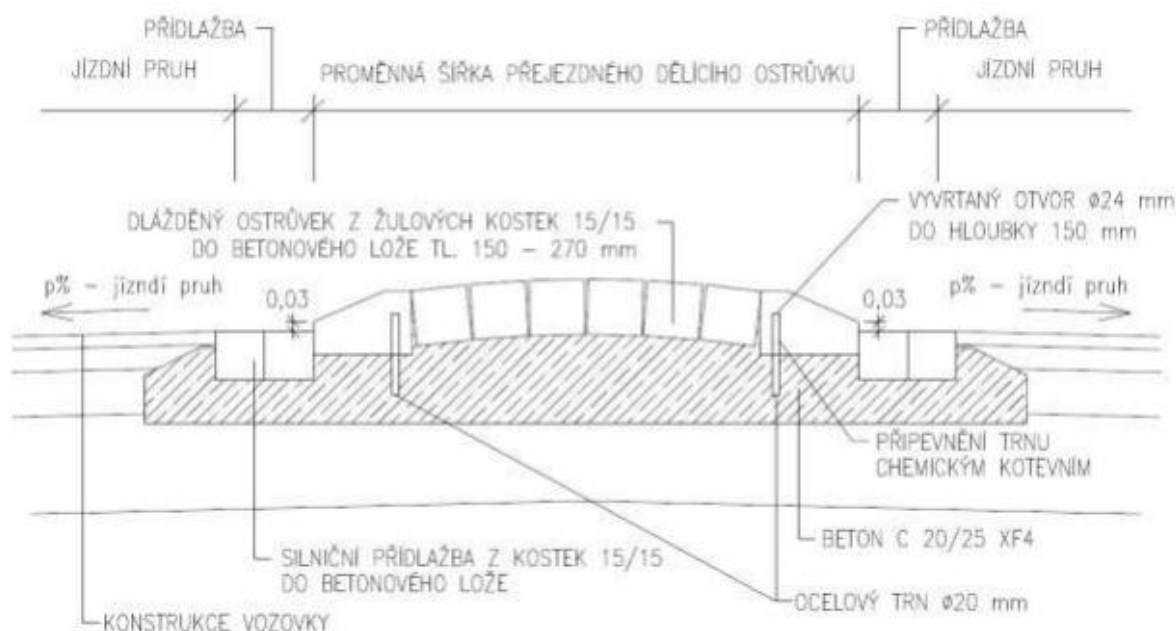
Na vedlejší obslužné komunikaci bude osazena nová značka č. P 6, na kterou bude včas upozorněno osazením značky č. P 4 s dodatkovou tabulkou č. E 3b znázorňující vzdálenost 50 m od křižovatky.

5.1.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů

Aby řešená křižovatka splňovala parametry pro bezproblémový průjezd přepravy nadrozměrných nákladů, je nutné provést několik stavebních opatření. Vzhledem k délkám těchto vozidel, které dosahují místy až 40 m a rozměrům přepravovaných nákladů, se první ze stavebních opatření budou v této variantě týkat dopravního ostrůvku na vedlejší komunikaci (rameno C). Je nutné, aby tento dopravní ostrůvek byl navržen jako snížený s takovým konstrukčním povrchem, který bude umožňovat příležitostný pojezd těmito vozidly. Takto rozměrná vozidla totiž nejsou schopna křižovatkou projet pouze v jízdních pruzích vyhrazených pro běžný silniční provoz. Druhé stavební opatření se bude týkat způsobu osazení svislého vodorovného značení na snížený dopravní ostrůvek.

Stavební úprava přejížděného dopravního ostrůvku představuje vydláždění jeho plochy vysoce odolnými zátěžovými žulovými kostkami velikosti 15/15, které se uloží do betonového lože z betonu třídy C 20/25 FX4 o tloušťce min. 150 mm. Tyto kostky vyplní prostor mezi silničními obrubníky KO tvořící obvod ostrůvku. Obrubníky jsou kotveny pomocí ocelového trnu o průměru 20 mm a osazeny do betonového lože. Obrubníky jsou dále vyvýšeny o 3 mm nad povrch přídlažby z kostek 15/15, které obrubníky lemují po obvodu celého ostrůvku. [10]

Vzorové řešení popisované úpravy je patrné z obrázku č. 17.



Obrázek č. 17 – Úprava dopravního ostrůvku [10]

Je nutné podotknout, že zmíněná stavební úprava dopravního ostrůvku je přerušena v pásmu přechodu pro chodce. V těchto místech je konstrukce zámkové dlažby včetně reliéfní zesílena podobně jako u samostatných sjezdů na tloušťku 80 mm a také jsou zde osazeny standardní silniční nájezdové obrubníky.

Mezi další stavební opatření spadá zmíněný způsob osazení svislého dopravního značení na dopravním ostrůvku, konkrétně jde o značky č. C 4a. Jedná se o způsob, který využívá výrobek zvaný rotační socket. Je to alternativní metoda standardního kotvení svislých dopravních značek, která nahrazuje tradiční osazování betonováním.

Rotační socket je vyroben z kujné oceli, ošetřený antikoročním nátěrem. Jednoduchý způsob instalace spočívá v osazení socketu do předem vyhloubené jámy, jejíž velikost závisí na typu zařízení, které se osazuje. V tomto případě se jedná o sloupek dopravního značení. Do jámy hloubky 0,30 nebo 0,60 m, ve které je již zhutněná kamenná drť tloušťky 75 mm, se vloží rotační socket a jáma se poté zalije betonem či asfaltovou směsí. Jakmile směs zatvrdne, osadí se do rotačního socketu sloupek dopravního značení, který se dotáhne skrz servisní otvor a tím se sloupek uzamkne. Takto osazený sloupek dopravního značení je poté možno demontovat během několika minut před plánovaným průjezdem přepravy nadrozměrného nákladu. Po jeho průjezdu je pak díky rychlé zpětné

montáži křižovatka uvedena zpátky do jejího původního stavu před průjezdem. [10]

Na obrázku č. 18 je znázorněno schéma rotačního socketu pro uchycení sloupku dopravního značení.



Obrázek č. 18 – Rotační socket RS60 [10]

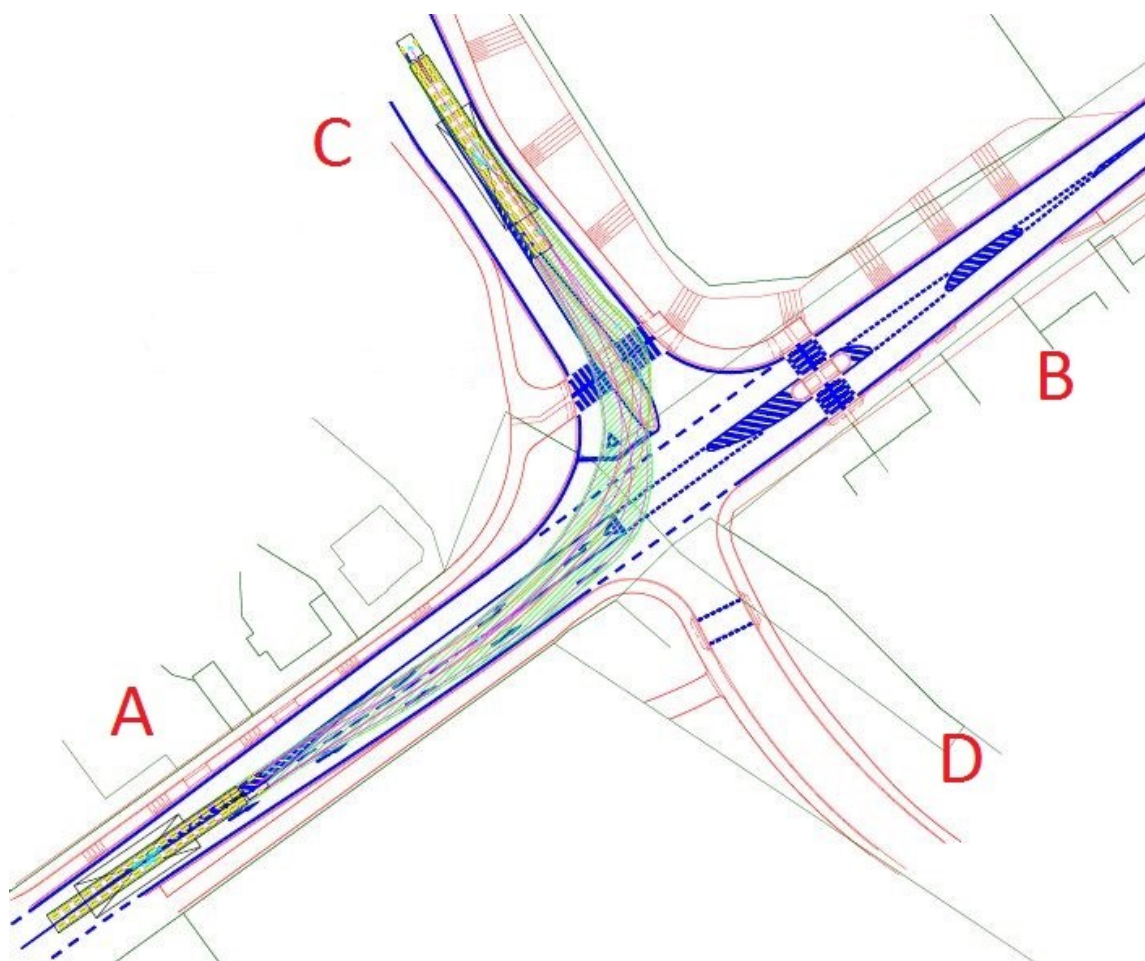
Tento typ uchycení lze případně využít také pro stožáry veřejného osvětlení, které v případě demontáže způsobují mnohem větší problémy, než sloupky svislého dopravního značení. Problém těchto stožárů spočívá podobně jako u sloupků dopravního značení v jejich umístění, které je v některých případech v nedostatečné vzdálenosti od jízdnic pruhů křižovatky. Často pak tento problém zapříčiní výběr jiné trasy přepravy vzhledem ke složité demontáži stožáru, která způsobuje, jak časové, tak finanční ztráty. Proto v případě využití rotačního socketu pro osazení stožáru veřejného osvětlení je možno demontáž pohotově provést před průjezdem přepravy a poté stožár zpětně osadit do původního stavu. [10]

5.1.8 Ověření vlečných křivek

Během navrhování varianty byl průběžně využíván program AutoTURN, pomocí kterého lze ověřit průjezdnost trasy směrodatnými vozidly. Při ověřování je kladen důraz na dráhu předních a zadních kol vozidel.

Pro ověření bezpečné průjezdnosti této varianty byla jako směrodatná vozidla pro provoz na hlavní a vedlejší komunikaci vybrána vozidla typu NS délky 16,50 m a BUS 15. Pro odbočení z vedlejší obslužné komunikace na hlavní komunikaci bylo ověření provedeno směrodatným vozidlem KO 2N+1, sloužící pro sběr odpadu. Ověřením bylo zjištěno, že návrhové prvky vyhoví na průjezd vybranými směrodatnými vozidly.

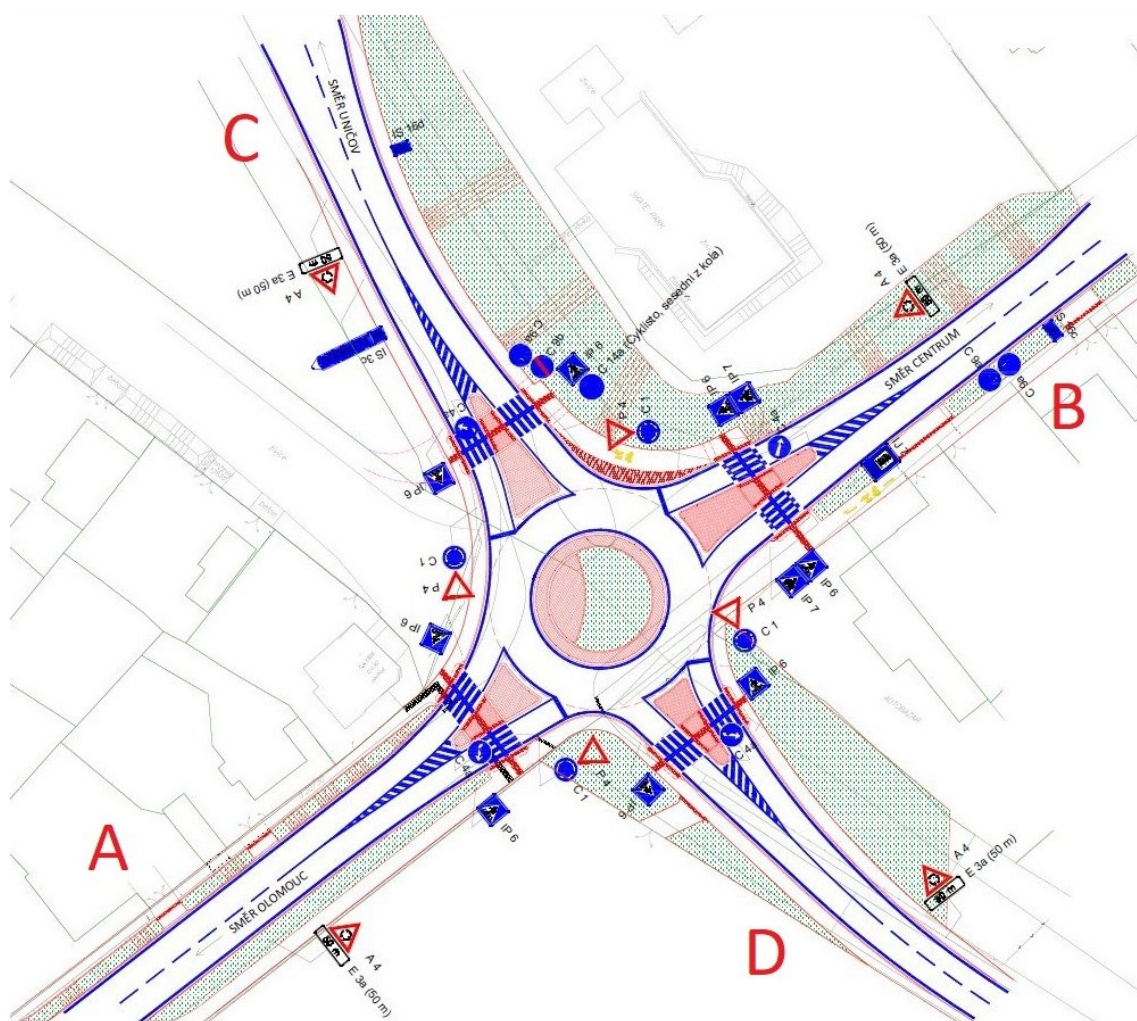
Varianta byla mimo jiné ověřena také na případný průjezd přepravy nadrozměrného nákladu křižovatkou v zaznamenaném směru z ramene A do ramene C. Jako simulaci přepravy nadrozměrného nákladu bylo použito vozidlo čítající 16 náprav s délkou cca 36,50 m. Na obrázku č. 19 je zobrazen zmíněný průjezd přepravy. Z obrázku je rovněž zřejmý celoplošný přejezd přepravy přes snížený dopravní ostrůvek na rameni C.



Obrázek č. 19 – Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u varianty I

5.2 Varianta II – Jednopruhová okružní křižovatka

Druhou variantou přestavby řešené křižovatky je jednopruhová okružní křižovatka. Návrh je proveden za účelem snížení jízdní rychlosti a zklidnění dopravy. Zároveň v tomto případě platí na každém vjezdu do křižovatky stejné podmínky, kdy není zvýhodněn žádný směr průjezdu. I když jsou jednopruhové okružní křižovatky navrhovány také za účelem zajištění plynulosti dopravy a tím i zvýšení kapacity oproti neřízeným úrovnovým křižovatkám, tak v tomto případě by tento fakt neplatil, a to vzhledem k vysoké intenzitě silničního provozu, která na křižovatce panuje v době dopravních špiček. K vyloučení tvorby kolon na hlavní komunikaci, což je stěžejním problémem řešené křižovatky, by tak s největší pravděpodobností nedošlo. Ve variantě je každé z ramen opatřeno dopravním ostrůvkem, který slouží, jak pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu tak také pro vedení přechodu pro chodce. Tato varianta nicméně poskytuje mnohem lepší možnosti z hlediska pohybu chodců v prostoru křižovatky.



Obrázek č. 20 – Varianta II

5.2.1 Návrhové parametry varianty II

Návrhové parametry jsou stejně jako v předchozí variantě popsány zvlášť pro každé rameno křižovatky včetně dalších stavebních prvků okružní křižovatky. Šířky jízdních pruhů na vjezdech a výjezdech z okružní křižovatky jsou brány jako vzdálenost mezi protilehlými obrubami.

Rameno A

Šířka komunikace na tomto rameni respektuje stávající stav v co největší míře. Od hranice křižovatky až po začátek dopravního stínu před ostrůvkem je navržena pouze drobná korekce šířky jízdních pruhů, která je stanovena na 3,50 m mezi vodícím proužkem a osou komunikace. Před vjezdem do prostoru křižovatky je jízdní pruh vychýlen kružnicovým obloukem o poloměru 220 m. Šířka vjezdu je 4 m a nároží je zaobleno poloměrem 8 m. Na výjezdu z okružního pásu je šířka jízdního pruhu 4,50 m. Snížený dopravní ostrůvek má délku 12,50 m a jeho vrcholy jsou zaobleny oblouky o poloměrech 0,50 a 1 m.

Rameno B

Podobně jako u ramene A je i zde nový stav co nejvíce přiblížen stávajícímu uspořádání. Jízdní pruh na výjezdu je směrově upraven kružnicovým obloukem o poloměru 200 m. Šířka vjezdu je rovněž jako v předchozím rameni 4 m a nároží křižovatky je opatřeno zpevněnou srpovitou krajnicí provedenou z vysoce odolných žulových kostek velikosti 15/15. Její šířka je v nejširším místě 1,80 m a její tvar je navržen obloukem o poloměru 20 m. Samotné nároží je pak zaobleno poloměrem 13 m. Šířka jízdního pruhu na výjezdu je 4,50 m. Zvýšený dopravní ostrůvek na tomto rameni má délku 19,75 m a jeho vrcholy jsou rovněž zaobleny oblouky o poloměrech 0,50 a 1 m.

Rameno C

Osa komunikace je na tomto rameni oproti předchozím dvěma ramenům vychýlena kružnicovým obloukem o poloměru 150 m. Jízdní pruhy jsou od hranice křižovatky postupně zúženy, aby umožnily zklidnění silničního provozu a došlo tak ke zpomalení jízdy vozidel přibližujících se ke křižovatce. Šířka jízdního pruhu na vjezdu je opět 4 m a nároží je v tomto případě upraveno složeným kružnicovým obloukem o poloměrech

29, 33, 30 a 50 m. Šířka na výjezdu je 4,50 m. Snížený dopravní ostrůvek má délku 17,20 m, jeho vrcholy jsou zaobleny oblouky o poloměrech 0,50 a 1 m.

Rameno D

Poslední rameno okružní křižovatky je opět vedeno přes plochu autobazaru. Směr osy je upraven kružnicovým obloukem o poloměru 150 m. Šířka jízdního pruhu na vjezdu je stejně jako v předchozích případech 4 m a nároží je zaoblono obloukem o poloměru 15 m. Šířka jízdního pruhu na výjezdu z okružního pásu je také stejně jako na předchozích ramenech 4,50 m. Zvýšený dopravní ostrůvek má délku 12,60 m a zaoblení jeho vrcholů je znovu provedeno oblouky o poloměrech 0,50 a 1 m.

Vnější průměr křižovatky

Vnější průměr okružní křižovatky je navržen na 30 m. Jedná se o dostatečnou velikost vyhovující pro silniční provoz a zároveň zásah do okolních pozemků mimo rameno D není výrazný.

Středový ostrov a prstenec

Průměr středového ostrova je 14,40 m. Skládá se z vyvýšené části s travnatým porostem a ze snížené pojížděné části využívanou vozidly přepravy nadrozměrného nákladu. Části jsou rozdělené kružnicovým obloukem o poloměru 15 m. Kolem středového ostrova je navržen prstenec šířky 1,80 m z žulové dlažební kostky velikosti 15/15.

Jízdní pruh na okružní křižovatce

Šířka jízdního pruhu mezi vodícími proužky je 5 m.

5.2.2 Přechody pro chodce

V případě této varianty jsou přechody pro chodce umístěny na každém rameni křižovatky. Pouze u ramene B je vzhledem ke stezce opět navržen sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty. K jejich umístění jsou využity dopravní ostrůvky, které tak plní ochrannou funkci při přecházení chodců.

Délku přechodů pro chodce opět definuje šířka přilehlého jízdního pruhu na obou stranách dopravního ostrůvku. Nově navržené přechody jsou v souladu s požadavkem změny normy ČSN 73 6110/Z1 [12] o maximální délce přechodu při rekonstrukcích. Jejich šířka 5 m je shodná na všech ramenech.

Z hlediska bezbariérových úprav jsou dodrženy stejné zásady jako v předchozí variantě. Včetně lokálního snížení chodníku k přechodu jsou rovněž vybaveny varovnými, signálními a také vodícími pásy pro nevidomé a slabozraké chodce. Bezbariérové úpravy tedy splňují podmínky dle vyhlášky 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb [19].

5.2.3 Chodníky

Konstrukce chodníků je shodná jako v případě varianty I. Na rameni A chodníky směrově zůstávají v poloze stávajícího stavu. Podél zástavby je opět šířka chodníku proměnná od 1,50 do 1,70 m. Podél svahu jsou znovu navrženy betonové palisády. Na protější straně podél areálu psychiatrické léčebny je chodník veden v jeho původní ose s šířkou 2 m.

Na rameni B je opět vedena stezka pro chodce a cyklisty se společným provozem šířky 2,50 m, která končí na vedlejším rameni C po přejezdu přes sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty. Mezi těmito rameny má stezka šířku 3 m.

Na zbývajících ramenech C a D jsou chodníky vedeny vedle průběžných jízdních pruhů. Jejich šířka je 2 m.

Chodníky jsou opět odvodněny příčným sklonem 2% směrem do prostoru komunikace. Na všech ramenech je rovněž zajištěna vodící linie pro nevidomé a to zvýšenou obrubou 60 mm nad povrchem chodníku. V případě křížení se samostatnými sjezdy linie pokračuje pomocí hmatných pásů.

5.2.4 Samostatné sjezdy

Stejně jako v případě varianty I jsou na celkem třech ramenech (A, B, D) navrženy stavební úpravy samostatných sjezdů k přilehlým nemovitostem. Vedeny jsou přes nově navržené chodníky způsobem, kdy na výjezdu z komunikace jsou osazeny sklopené obrubníky. V místě křížení sjezdů s vodící linií jsou umístěny hmatné pásy šířky 0,40 m. Tloušťka zámkové dlažby chodníku je v těchto místech zesílena na 80 mm.

5.2.5 Vodorovné dopravní značení

Navržení vodorovného dopravního značení proběhlo jako v předchozí variantě I dle *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [16]. Oproti variantě I je seznam vodorovné dopravní značení užší, jelikož všechna ramena křižovatky jsou podobného charakteru. Pouze rameno B je odlišné od ostatních vzhledem ke stezce

pro chodce a cyklisty se společným provozem. Seznam uplatněných druhů vodorovného značení včetně jejich užití a rozměrů je popsán v tabulce č. 11.

Značka	Název	Užití	Rozměr [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	Oddělení jízdních pruhů	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Oddělení jízdních pruhů	3/1,5/0,125
V 4	Vodící čára	Okraj vozovky na směrově rozdělené pozemní komunikaci	0,25
V 5	Příčná čára souvislá	Stop čára	0,5
V 7	Přechod pro chodce	-	5/0,5/0,5
V 8c	Sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty	-	5/0,5/0,5
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	0,5/1

Tabulka č. 11 - Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty II

5.2.6 Svislé dopravní značení

Stávající

Jediná značka, která je v této variantě ponechána je stejně jako ve variantě I značka č. IS 16c „Silnice I. třídy“ (dále jen IS 16c) nesoucí číslo 46, která je umístěna na rameni A ve svahu mezi chodníkem a hlavní komunikací. Platnost této značky i její umístění vyhovuje i pro nově navržený stav.

Rušené

Seznam rušených značek je v této variantě opět shodný s variantou I. Jejich podrobný popis je sepsán v kapitole č. 5.1.6 Svislé dopravní značení.

Nové

Všechna ramena jsou z hlediska osazení nových značek velice podobná, což je dáno charakterem křižovatky. Ve směru příjezdu na křižovatku jsou na dopravních ostrůvcích osazeny značky č. C 4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“. Na každém vjezdu jsou po pravé straně na jednom sloupku umístěny značky č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ a č. C 1 „Kruhový objezd“. Řidiči jsou dále na všech ramenech včas upozorněni, že přijíždějí k okružní křižovatce a to značkou č. A 4 „Pozor, kruhový objezd“ s dodatkovou tabulkou č. E 3a zobrazující vzdálenost 50 m od křižovatky. Dále je na všechny přechody pro chodce v obou směrech upozorněno značkou č. IP 6 „Přechod pro chodce“, na rameni B je tato značka na sloupku doplněna o značku č. IP 7 „Přejezd pro

cyklisty“, jelikož se jedná o sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty vzhledem ke stezce se společným provozem na tomto rameni. Nová stezka pro chodce a cyklisty se společným provozem bude označena značkou č. C 9a „Stezka pro chodce a cyklisty“. Značka bude na sloupku osazena z obou stran, aby byla stezka zřejmá z obou směrů. Dále na rameni B dojde k osazení značky č. IJ 7 „Čerpací stanice“ a IS 16c umístěné po pravé straně ve směru do centra města Šternberk. Na straně přechodu, která sousedí s ramenem B je značka č. IP 6 osazena společně na jednom sloupku se značkou č. C 14a „Cyklisto, sesedni z kola“. Vedle této značky poté bude na společném sloupku umístěném v travnaté ploše osazena značka č. C 9a ve směru do centra města Šternberk a z druhé strany v opačném směru bude osazena značka č. C 9b „Konec stezky pro chodce a cyklisty“. Dále dojde k novému umístění značek č. IS 3c „Směrová tabule (s jedním cílem) a č. IS 16d „Silnice II. třídy“.

5.2.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů

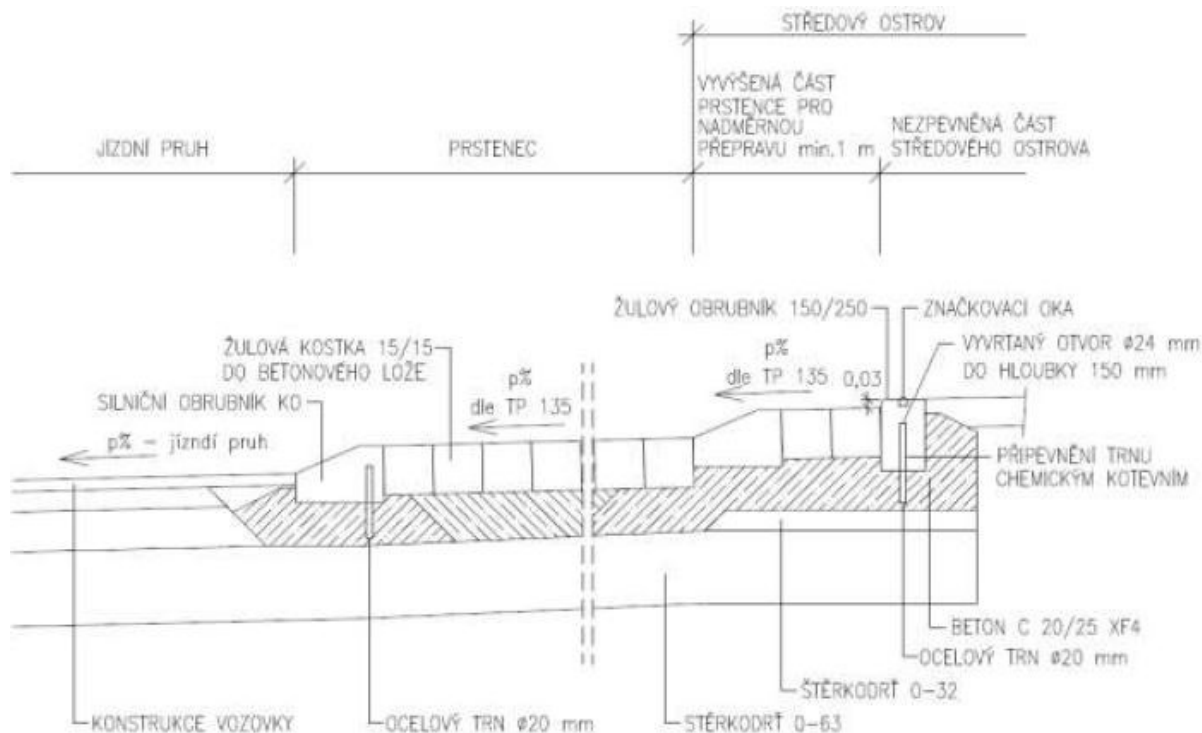
Na okružní křižovatce jsou stejně jako ve variantě I opět navrženy stavební úpravy pro přepravu nadrozměrných nákladů. V tomto případě jsou ve variantě II obsaženy totožné úpravy. Na rameni A a C jsou dopravní ostrůvky snižené a navrženy jako přejížděné vydlážděné vysoce odolnými zátěžovými žulovými kostkami velikosti 15/15. Svislé dopravní značky budou na těchto ostrůvcích opět osazeny využitím rotačního socketu RS60. Popis konstrukce dopravních ostrůvků a způsob osazení svislého značení je podrobně sepsán ve variantě I v kapitole 5.1.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů.

Kromě těchto opatření je okružní křižovatka doplněna o úpravu středového ostrova, jehož část je přepravou pojížděna. Konkrétně se jedná o úpravu samotného prstence a jeho vyvýšené části, která do středového ostrova zasahuje. Tato úprava prstence pro přepravu nadrozměrných nákladů by neměla mít nežádoucí vliv na žádný typ přepravy (zejména přepravu osobní). Dále by úpravy prstence neměly ovlivnit bezpečnost na okružní křižovatce. Křižovatka by po úpravách měla být i nadále pro účastníky provozu přehledná.

Pro úpravu prstence i jeho vyvýšené části jsou opět využity vysoce odolné žulové dlažební kostky 15/15 osazeny do betonového lože tloušťky min. 150 mm z betonu třídy C 20/25 XF4. Silniční obrubníky KO jsou za pomoci chemického kotvení osazeny ocelovým trnem o průměru 20 mm. Kotvení obrubníků je prováděno za účelem zvýšení stability a snížení poruchovosti konstrukce. U nezpevněné části středového ostrova je umístěn žulový obrubník o rozměrech 150/250, u kterého lze také provést osazení pomocí

chemického kotvení a ocelového trnu o průměru 20 mm. Výška obruby je pak pro jistotu zvýšena pouze o 30 mm z důvodu případného najetí kola přepravy nadrozměrného nákladu. [10]

Vzorová úprava prstence a jeho vyvýšené části je zobrazena na obrázku č. 21.



Obrázek č. 21 – Úprava pro přejezd přepravy nadrozměrného nákladu [10]

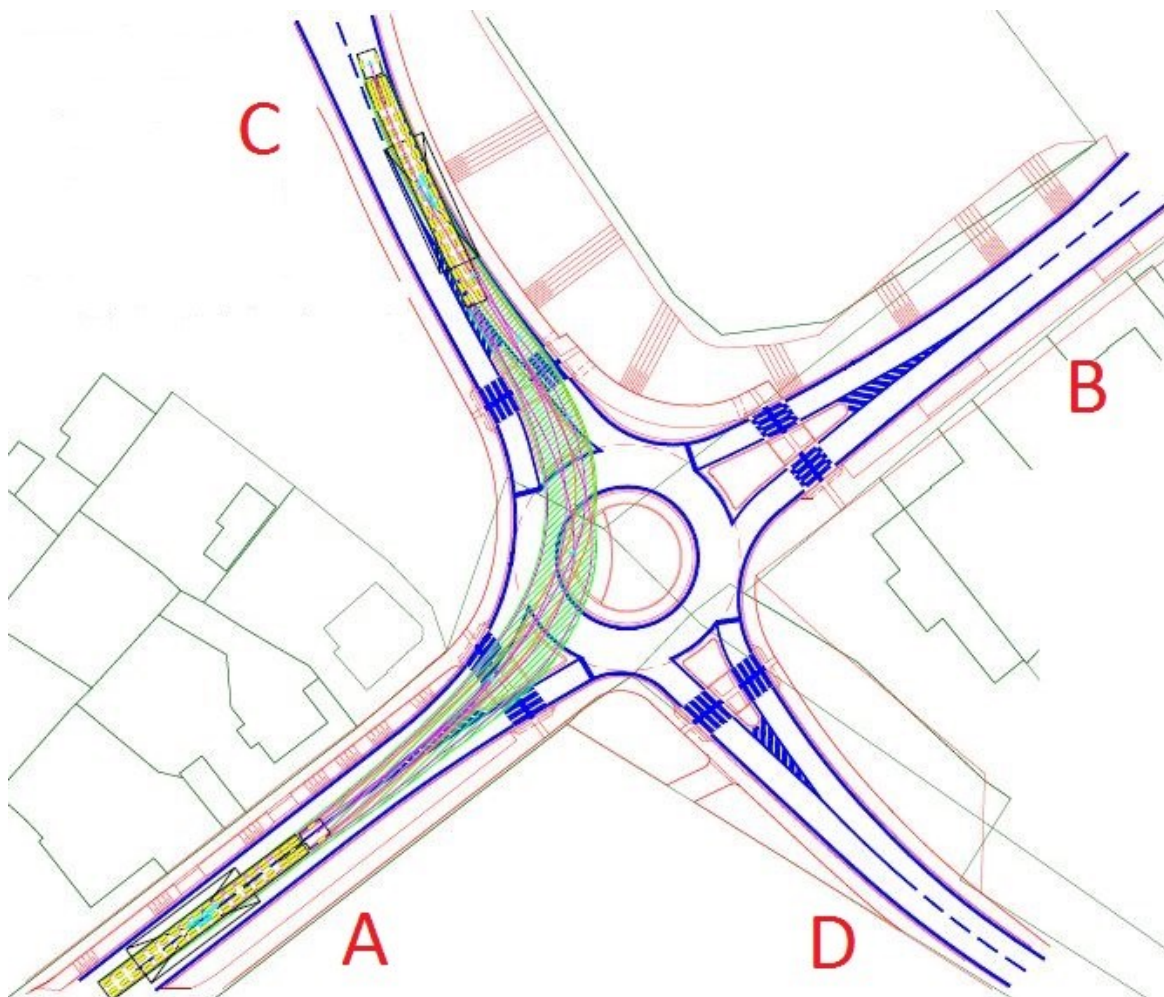
5.2.8 Ověření vlečných křivek

Během navrhování varianty byl průběžně využíván program AutoTURN, pomocí kterého lze ověřit průjezdnost trasy směrodatnými vozidly. Při ověřování je kladen důraz na dráhu předních a zadních kol vozidel.

Pro ověření bezpečné průjezdnosti této varianty byla jako směrodatná vozidla pro průjezd okružní křižovatkou vybrána opět vozidla typu NS délky 16,50 m a BUS 15. Pro ověření výjezdu a vjezdu bylo u ramene D využito směrodatné vozidlo KO 2N+1, sloužící pro sběr odpadu. Ověřením bylo zjištěno, že návrhové prvky vyhoví na průjezd vybranými směrodatnými vozidly.

Varianta byla mimo jiné ověřena také na případný průjezd přepravy nadrozměrného nákladu křižovatkou v zaznamenaném směru z ramene A do ramene C. Jako simulaci přepravy nadrozměrného nákladu bylo znovu použito vozidlo čítající 16 náprav s délkou cca 36,50 m. Na obrázku č. 22 je zobrazen zmíněný průjezd přepravy. Z obrázku je rovněž

zřejmý celoplošný přejezd přepravy přes snížené dopravní ostrůvky na obou ramenech. Vozidlo zároveň využívá navrženou úpravu středového ostrova, kdy přejíždí přes vyvýšenou část prstence.

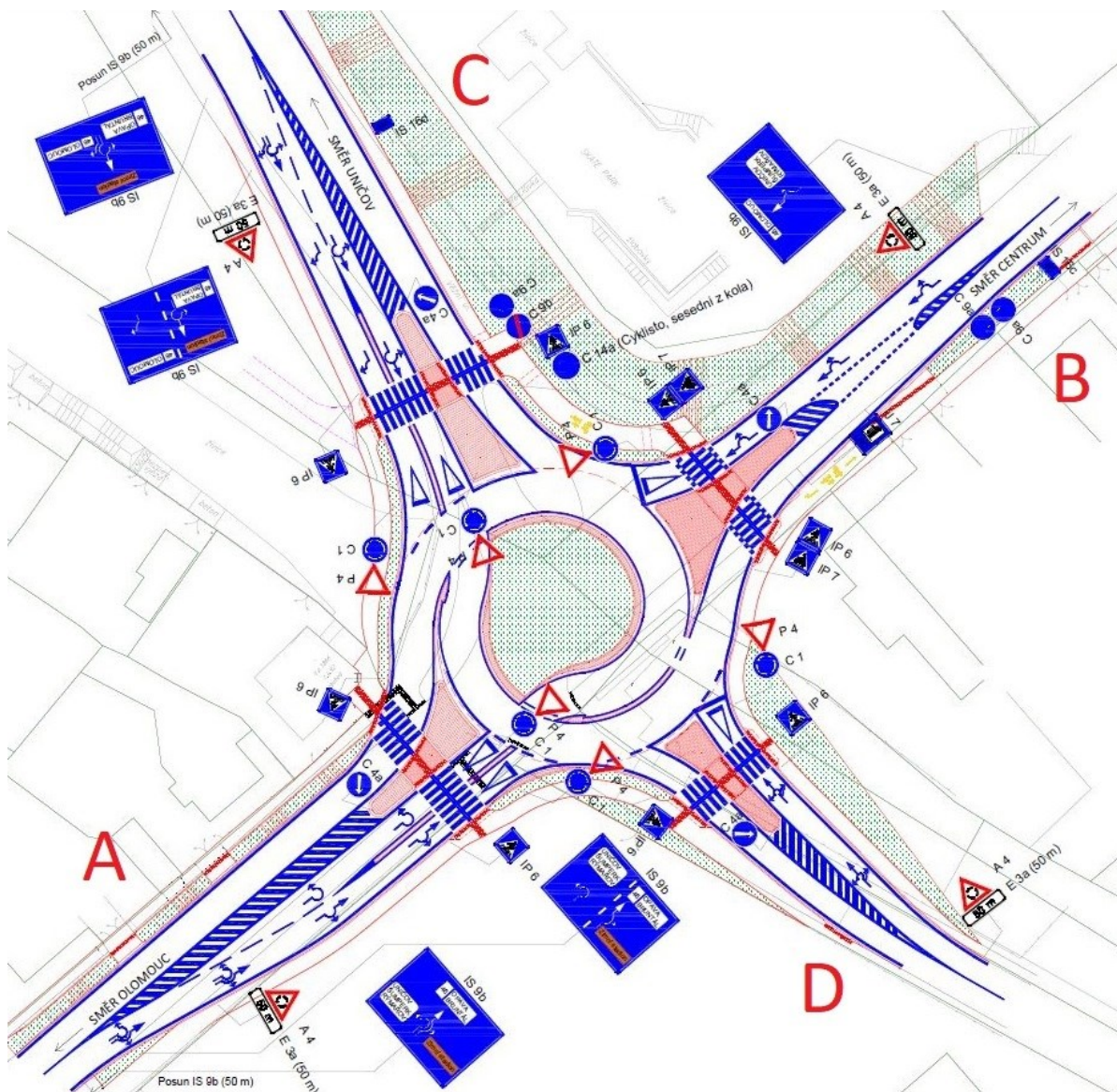


Obrázek č. 22 - Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u Varianty II

5.3 Varianta III – Turbo-okružní křižovatka

Poslední variantou přestavby je návrh turbo-okružní křižovatky. Turbo-okružní křižovatka (někdy označována také jako spirálová) je ve své podstatě zvláštním typem okružní křižovatky se dvěma či více jízdními pruhy na okružním pásu. Principem je rozřazení vozidel do příslušných jízdních pruhů pro požadovaný směr průjezdu již před křižovatkou. Díky tomu jsou vozidla schopna křižovatkou plynule projet, aniž by docházelo ke konfliktům a vzájemnému proplétání vozidel na okružním pásu s vozidly, které okružní pás opouštějí. Tomuto faktu rovněž pomáhá fyzické oddělení jízdních pruhů na vjezdu do křižovatky a také na samotném okružním pásu.

Navržená turbo-okružní křižovatka je modifikovaného tvaru, jejíž typ se nejvíce přibližuje návrhu typu koleno, u kterého se předpokládá, že takto navržená křižovatka má kapacitu cca 2 900 voz/h. Návrh je proveden za účelem zvýšení bezpečnosti a především plynulosti silničního provozu, což je zásadní požadavek, který se od rekonstrukce této křižovatky očekává.



Obrázek č. 23 – Varianta III

5.3.1 Návrhové parametry varianty III

Návrhové parametry jsou jako v předchozích dvou variantách popsány zvlášť pro každé rameno křižovatky včetně dalších stavebních prvků turbo-okružní křižovatky. Šířky jízdních pruhů na vjezdech a výjezdech z turbo-okružní křižovatky jsou brány jako příčná

vzdálenost mezi protilehlými obrubami, resp. mezi obrubou a fyzickým oddělením jízdních pruhů. Délka dopravního ostrůvku na žádném rameni nepřesahuje 25 m.

Rameno A

Šířka ramene A na hranici křižovatky je mezi obrubami 8,30 m a vychází v tomto místě z šířky komunikace stávajícího stavu. Jelikož se na tomto rameni skládá vjezd ze dvou jízdních pruhů, tak je nutné komunikaci rozšířit. Levá strana komunikace, poskytující výjezd z křižovatky, je vedena ve stávajícím přímém směru, naopak pravá strana je rozšířena protisměrnými kružnicovými oblouky o poloměru 50 m, kdy je využit pozemek areálu psychiatrické léčebny. Díky této úpravě pak vzniká potřebný prostor pro dva jízdní pruhy na vjezdu do křižovatky. Šířka jízdního pruhu na výjezdu z křižovatky je 6 m a poskytuje tak vozidlu pohodlné opuštění křižovatky. Nároží je na výjezdu zaobleno kružnicovým obloukem o poloměru 20 m. Šířka fyzicky oddělených jízdních pruhů na vjezdu je 3,60 m, fyzické oddělení má šířku 0,30 m. Nároží je zde zaobleno obloukem o poloměru 20 m a jeho část je tvořena také zpevněnou srpovitou krajnicí, využívanou těžkými nákladními vozidly. Ta je to vytvořena obloukem o poloměru 12 m. Vrcholy sníženého dopravního ostrůvku umístěného mezi vjezdem a výjezdem jsou zaobleny oblouky o poloměru 0,50 a 1,25 m.

Levý jízdní pruh na vjezdu slouží k opuštění křižovatky na jejím třetím výjezdu. Jedná se o tedy o směr z ramene A do ramene C. Pravý jízdní pruh poté umožňuje průjezd křižovatkou zbývajících směrů do ramen D a B, kdy se jedná o první resp. druhý výjezd. Takto rozdělený vjezd do křižovatky na dva jízdní pruhy významně zvýší samotnou kapacitu vjezdu, díky čemuž dojde k odstranění či rapidnímu snížení tvorby kolon na tomto rameni.

Rameno B

Šířka komunikace začíná na hranici křižovatky v míře 9,20 m. Rameno v tomto případě obsahuje jeden jízdní pruh, jak na vjezdu tak výjezdu. Jízdní pruh sloužící pro vjezd do křižovatky se těsně před dopravním ostrůvkem mírně vychyluje obloukem o poloměru 200 m. Šířka vjezdu je 5 m a nároží je tvořeno složeným kružnicovým obloukem o poloměrech 18 a 75 m. Výjezd je široký rovněž 5 m a je zaoblen obloukem o poloměru 30 m. Na stávající komunikaci se poté tento výjezd napojuje plynule pomocí oblouku o poloměru 50 m. Vrcholy zvýšeného dopravního ostrůvku jsou zaobleny oblouky o poloměrech 0,50 a 1,25 m. Dále je nutné zmínit, že dopravní stín je před tímto ostrůvkem

krátce přerušen kvůli samostatným sjezdům k nemovitostem na tomto rameni. Přerušení je provedeno dvěma oblouky o poloměrech 6 a 5 m.

Podstatná věc na tomto rameni je, že jako jediné umožňuje opustit křižovatku pouze dvěma výjezdy a to prvním nebo druhým. Jedná se tedy o směry odbočení do ramene C a A. Velice malá intenzita silničního provozu, která probíhá na vedlejší obslužné komunikaci, nebo-li rameni D, je v tomto případě záměrně využita. Účel je prostý, tento krok značně uleví vozidlům vjíždějícím na okružní pás z ramene A. Jedná se tedy opět o úpravu, která pomůže k vyloučení vzniku dopravních kolon na tomto rameni. Nicméně nemožnost odbočení vozidel do ramene D nepředstavuje pro vozidla v zásadě problém. Řidiči mají ve vzdálenosti 500 m před křižovatkou celkem tři možnosti odbočit z hlavní komunikace směrem do zástavby a na obslužnou komunikaci se bez problému dostat. Vzhledem k tomu, že je tato obslužná komunikace využívána spíše sporadicky a z velké většiny jen místními obyvateli či vozidly pro sběr odpadu, tak se dá očekávat, že postupem času si řidiči na jinou trasu zvyknou.

Rameno C

Rameno C je velice podobné konstrukčnímu uspořádání ramene A. Je to z toho důvodu, že také na tomto rameni jsou navrženy dva jízdní pruhy na vjezdu do turbo-okružní křižovatky. Při příjezdu na křižovatku je tak pravá strana komunikace rozšířena pomocí kružnicového oblouku o poloměru 100 m. Na opačné straně komunikace provedeno napojení na stávající stav kružnicovým obloukem o poloměru 150 m. Šířka jízdních pruhů na vjezdu je také 3,60 m a jsou rovněž fyzicky odděleny v míře 0,30 m. Nároží je tvořeno složeným kružnicovým obloukem o poloměrech 25 a 30 m. Šířka jízdního pruhu na výjezdu je 5 m. Zaoblení vrcholů sníženého dopravního ostrůvku je opět provedeno oblouky o poloměrech 0,50 a 1,25 m.

Na tomto rameni slouží levý jízdní pruh na vjezdu pro opuštění křižovatky druhým a třetím výjezdem. Jsou to tedy směry do ramene D a B. Pravý jízdní pruh na vjezdu je určen pouze pro první výjezd z křižovatky na rameno A. Slouží tedy k co nejrychlejšímu opuštění jejího prostoru, což je opět pozitivní znak pro kapacitu turbo-okružní křižovatky.

Rameno D

Osa komunikace na tomto rameni je směrově upravena kružnicovým obloukem o poloměru 90 m. Z toho plyne také související úprava směru jízdních pruhů. Pravá strana komunikace je od hranice křižovatky vychýlena kružnicovým obloukem o poloměru 50 m.

Na opačné straně směrem od křižovatky pak obloukem o poloměru 100 m. Vzhledem k charakteru tohoto ramene, jakožto vedlejší obslužné komunikace, jsou zde navrženy nejmenší šířky jízdních pruhů na vjezdech a výjezdech. Na vjezdu se jedná o šířku 4 m, nároží je pak zaoblono obloukem o poloměru 12 m. Šířka výjezdu je 4,50 m. Zvýšený dopravní ostrůvek má jako na předešlých ramenech své vrcholy zaoblony oblouky o poloměrech 0,50 a 1,25 m.

Při vjezdu z tohoto ramene je možné křižovatku opustit na všech třech výjezdech.

Vnější průměr křižovatky

Vzhledem ke spirálovitému uspořádání okružního pásu je zaznamenán nejvyšší průměr křižovatky 43 m.

Středový ostrov a prstenec

Středový ostrov je modifikovaného tvaru pokrytý travnatým porostem. Tento tvar vznikl díky spirálovitému uspořádání jízdních pruhů na okružním pásu. Je vytvořen z celkem šesti kružnicových oblouků. Na vjezdu z ramene A je spirálovitě upraven obloukem o poloměru 12 m. Dále následují oblouky opačného rázu o poloměrech 8,70, 12,50 a 14,90 m. Na vjezdu z ramene C je pak spirálovitě upraven obloukem o poloměru 20 m, na který navazuje protisměrně oblouk s poloměrem 12 m, který uzavírá tvar středového ostrova.

Středový ostrov je po obvodu lemován prstencem šířky 1 m, která postupně spirálovitě nabíhá na vjezdech z ramene A a C. Je to z toho důvodu, aby řidiči těžkých nákladních vozidel záměrně prstenec nevyužívali, ale snažili se držet ve vymezeném jízdním pruhu a prstenec pojížděli pouze zadní nápravou.

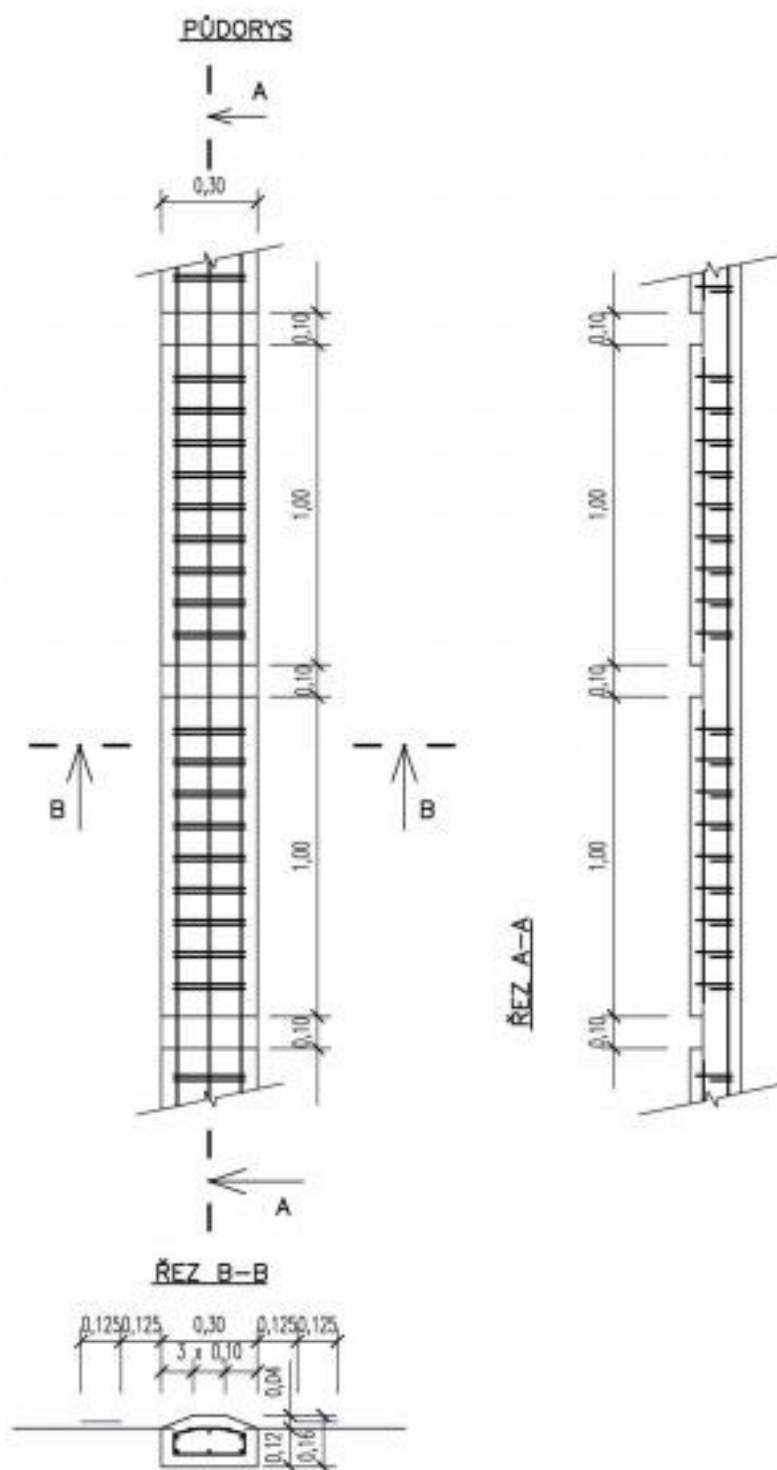
Jízdní pruhy na okružním pásu

Šířka jízdních pruhů na okružním pásu je proměnlivá. Největší šířka mezi obrubami je 6,30 m. Nejmenší pak 5,75 m. Jízdní pruhy jsou vzájemně fyzicky odděleny a při vjezdu na okružní pás z ramene A a C je toto rozdělení doplněno vydlážděnou špicí z dlažebních kostek pro lepší usměrnění vjíždějících vozidel.

Fyzické oddělení jízdních pruhů

Fyzické oddělení jízdních pruhů je zajištěno zvýšeným, monolitickým, pevně založeným liniovým prvkem šířky 0,30 m, jehož výška je 40 mm nad krytem vozovky.

Je navržen mezi jízdni pruhy na vjezdech z ramene A a C, kde je v místě vedení přechodů pro chodce přerušen a dále také mezi jízdni pruhy na okružním pásu. Smyslem jejich návrhu je předejít průpletům vozidel, konkrétně křížení dráhy vozidel na okružním pásu s vozidly, které chtějí okružní pás opustit. Díky tomu také mohou fungovat jako uklidňující prvek snižující obavy řidičů z vozidel v ostatních jízdni pruzích.



Obrázek č. 24 – Provedení monolitického fyzického oddělení jízdni pruhů [13]

5.3.2 Přejchody pro chodce

V poslední variantě III jsou přechody pro chodce vedeny podobně jako ve variantě II přes všechna ramena křižovatky. Pouze na rameni B je znovu vzhledem ke stezce navržen sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty. K jejich umístění jsou opět využity dopravní ostrůvky, které tak plní, jak funkci dělicí, tak ochrannou při přecházení chodců.

Šířka přechodů 5 m je shodná na všech ramenech. V případě ramen A a C je přechod pro chodce veden přes dva jízdní pruhy na vjezdech. Z tohoto důvodu pro zajištění přijatelného odstupu chodců na dopravním ostrůvku od prostoru komunikace a také dostatečně širokých jízdních pruhů pro průjezd těžkých nákladních vozidel, je délka přechodů pro chodce 7,50 m. Změna normy ČSN 73 6110/Z1 [12] sice předepisuje maximální délku přechodu pro chodce při rekonstrukcích 7 m, ale díky vyhlášce č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb [19], která je normě nadřazená, je povoleno prodloužení délek přechodů pro chodce o max. 1 m v případech nedostatečné šířky jízdních pruhů a obalových křivek. Délka přechodů na ostatních ramenech je již v souladu se zmíněnou změnou normy ČSN 73 6110/Z1. [12]

Z hlediska bezbariérových úprav jsou dodrženy stejné zásady jako v předchozích dvou variantách. Včetně lokálního snížení chodníku k přechodu jsou rovněž vybaveny varovnými, signálními a také vodícími pásy pro nevidomé a slabozraké chodce. Bezbariérové úpravy tedy také splňují podmínky dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb [19].

5.3.3 Chodníky

Konstrukce chodníků je opět shodná se dvěma předchozími variantami I a II. Na rameni A podél zástavby chodník směrově zůstává v poloze stávajícího stavu. Jeho šířka je znovu proměnná od 1,50 do 1,70 m a na straně sousedící se svahem jsou opět umístěny betonové palisády pro zajištění svahu. Na protější straně je vzhledem k vychýlení komunikace chodník veden také v pozemku areálu psychiatrické léčebny.

Stezka pro chodce a cyklisty se společným provozem má na rameni B šířku vždy min. 2,50 m. Ke hranici prvního ze samostatných sjezdů ve směru od křižovatky je stezka více rozšířena. Později je opět zúžena na 2,50 m a od prostoru komunikace oddělena

zeleným pásem. Stezka znovu končí při přejezdu na rameno C u přechodu pro chodce, kde je její šířka 3 m.

Na zbývajících ramenech C a D jsou chodníky již vedeny ve standardní šířce 2 m. Je nutné zmínit, že kromě směru chůze z ramene D do ramene B, kde v zájmu rekonstrukce je kladen důraz na co nejmenší zábor pozemku, jsou všechny chodníky v blízkosti okružního pásu odděleny od jízdního prostoru zelenými pásy, které poskytují dostatečný bezpečnostní odstup chodců od komunikace.

Jako v předchozích variantách jsou chodníky opět odvodněny příčným sklonem 2% směrem do prostoru komunikace. Na všech ramenech je rovněž zajištěna vodící linie pro nevidomé a to zvýšenou obrubou 60 mm nad povrchem chodníku. V případě křížení se samostatnými sjezdy linie pokračuje pomocí hmatných pásů.

5.3.4 Samostatné sjezdy

Samostatné sjezdy jsou opět navrženy na celkem třech ramenech (A, B, D). Vedeny jsou přes nově navržené chodníky způsobem, kdy na výjezdu z komunikace jsou osazeny sklopené obrubníky. V místě křížení sjezdů s vodící linií jsou umístěny hmatné pásy šířky 0,40 m. Tloušťka zámkové dlažby chodníku je v těchto místech zesílena na 80 mm. Na rameni D ovšem muselo dojít, vzhledem k umístění dopravního ostrůvku, k přesunu zadního vjezdu do areálu dál od křižovatky.

5.3.5 Vodorovné dopravní značení

Navržení vodorovného dopravního značení proběhlo jako v předchozích variantách dle *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [16]. Seznam uplatněných druhů vodorovného dopravního značení je oproti předchozí variantě okružní křižovatky lehce rozšířen. Užití značení je popsáno v tabulce č. 12.

Značka	Název	Užití	Rozměr [m]
V 1a	Podélná čára souvislá	Oddělení jízdních pruhů	0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Oddělení jízdních pruhů	3/1,5/0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Oddělení jízdních pruhů na okružním pásu	1,5/1,5/0,125
V 2b	Podélná čára přerušovaná	Oddělení vjezdů od okružního pásu	1,5/1,5/0,25
V 4	Vodící čára	Okraj vozovky na směrově rozdělené pozemní komunikaci	0,25
V 4	Vodící čára	Okraj jízdního pruhu na okružním pásu	0,125

V 6a	Příčná čára souvislá se symbolem "Dej přednost v jízdě!"	-	0,5
V 7	Přechod pro chodce	-	5/0,5/0,5
V 8c	Sdružený přechod pro chodce a přejezd pro cyklisty	-	5/0,5/0,5
V 9a	Směrové šipky	Vyznačení směru jízdy v jízdním pruhu	5/10
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	0,5/1

Tabulka č. 12 - Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty III

5.3.6 Svislé dopravní značení

Stávající

Jediná značka, která je v této variantě ponechána je stejně jako ve dvou předchozích značka č. IS 16c „Silnice I. třídy“ (dále jen IS 16c) nesoucí číslo 46, která je umístěna na rameni A ve svahu mezi chodníkem a hlavní komunikací. Platnost této značky i její umístění vyhovuje i pro nově navržený stav.

Rušené

Seznam rušených značek je v této variantě opět shodný s variantami I a II. Jejich podrobný popis je sepsán v kapitole č. 5.1.6 Svislé dopravní značení.

Nové

Na rameni A je na dva jízdní pruhy na vjezdu s odlišnými směry upozorněno v dostatečné vzdálenosti značkou č. IS 9b „Návěst před křižovatkou“ (dále jen IS 9b), tato značka se poté znovu před křižovatkou opakuje, ale jízdní pruhy se svými směry jsou již na návěsti pro větší přehled rozděleny. Na obou stranách vjezdu jsou na jednom sloupku umístěny značky č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ (dále jen P 4) a č. C 1 „Kruhový objezd“ (dále jen C 1). Řidiči jsou dále včas upozorněni, že přijíždějí k okružní křižovatce a to značkou č. A 4 „Pozor, kruhový objezd“ (dále jen A 4) s dodatkovou tabulkou č. E 3a zobrazující vzdálenost 50 m od křižovatky. Výše vypsání úpravy jsou shodné s ramenem C, kde jsou také dva jízdní pruhy na vjezdu.

Na rameni B je rovněž jako u ramen A a C umístěna značka č. IS 9b, je však pouze jedna vzhledem k jednomu jízdnímu pruhu na vjezdu do křižovatky. Další umístění značek na tomto rameni je téměř shodné s variantou II. Jedná se o značky č. IS 16c, dále C 9a

„Stezka pro chodce a cyklisty“ (dále jen C 9a), P 4 a C 1 s upozorněním značkou A 4 s E 3a. Poslední je pak IJ 7 „Čerpací stanice“.

Na rameni C je také shodné umístění značek s variantou II. Jedná se o značky č. C 9a a C 9b „Konec stezky pro chodce a cyklisty“ a dále C 14a „Cyklisto, sesedni z kola“ a IS 16d „Silnice II. třídy“.

Umístění značek na rameni D se nijak neliší v porovnání s variantou II.

Na všech ramenech křižovatky jsou shodně na obou stranách komunikace označeny přechody pro chodce značkou č. IP 6 „Přechod pro chodce“. Na rameni B je opět tato značka vzhledem ke stezce doplněna značkou č. IP 7 „Přejezd pro cyklisty“. Taktéž na všech dopravních ostrůvcích jsou při příjezdu ke křižovatce osazeny značky č. C 4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“.

5.3.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů

Ve variantě III turbo-okružní křižovatky jsou použity zcela shodná stavební opatření jako v případě varianty I. Je zde použit stejný typ úpravy konstrukce přejízdných dopravních ostrůvků na ramenech A a C. Z hlediska osazení sloupků svislého dopravního značení je opět využit rotační socket RS60. Všechna tato stavební opatření jsou detailně popsána v kapitole 5.1.7 Stavební opatření pro přepravu nadrozměrných nákladů.

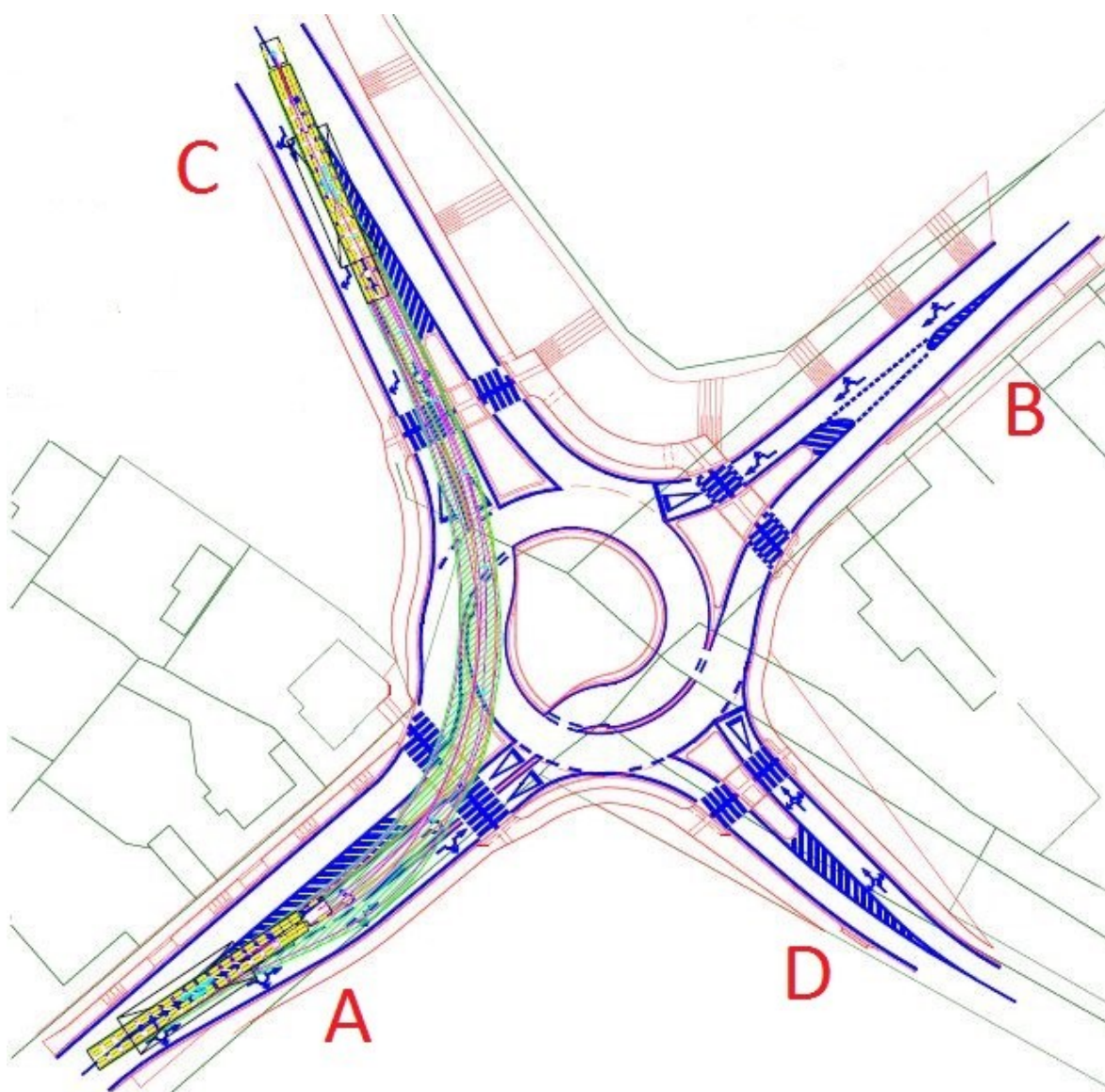
K úpravě středového ostrova, která byla navržena ve variantě II, zde nemuselo dojít vzhledem k levému jízdnímu pruhu na vjezdu do křižovatky na rameni C, který spirálovitě upravil tvar středového ostrova a vytvořil tak dostatečný prostor pro průjezd přepravy nadrozměrného nákladu.

5.3.8 Ověření vlečných křivek

Během navrhování varianty III byl podobně jako v předchozích variantách průběžně využíván program AutoTURN, pomocí kterého lze ověřit průjezdnost trasy směrodatnými vozidly. Při ověřování je kladen důraz na dráhu předních a zadních kol vozidel.

Pro ověření bezpečné průjezdnosti této varianty byla jako směrodatná vozidla pro průjezd turbo-okružní křižovatkou vybrána opět vozidla typu NS délky 16,50 m a BUS 15. Pro ověření výjezdu a vjezdu bylo u ramene D využito směrodatné vozidlo KO 2N+1, sloužící pro sběr odpadu. Ověřením bylo zjištěno, že návrhové prvky vyhoví na průjezd vybranými směrodatnými vozidly.

Varianta byla pochopitelně ověřena také na případný průjezd přepravy nadrozměrného nákladu křižovatkou v zaznamenaném směru z ramene A do ramene C. Jako simulaci přepravy nadrozměrného nákladu bylo znovu použito vozidlo čítající 16 náprav s délkou cca 36,50 m. Na obrázku č. 25 je zobrazen zmíněný průjezd přepravy. Z obrázku je zřejmý celoplošný přejezd přepravy přes přejízdný dopravní ostrůvek na rameni A. Naopak na rameni C tento typ přepravy dokázal využít šířky dvou jízdních pruhů na vjezdu a těsně se vyhnout přejížděnému dopravnímu ostrůvku. Nicméně pro vyloučení případných problémů s jiným typem přepravy je i tento ostrůvek konstrukčně upraven.



Obrázek č. 25 - Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u Varianty III

6. VYHODNOCENÍ NEJLEPŠÍ VARIANTY

K vyhodnocení nejlepší varianty je využito multikriteriálního hodnocení, které stanoví nejlepší variantu vhodnou k přestavbě řešené křižovatky. Každá z variant je ohodnocena podle zvolených kritérií s různou váhou důležitosti od 1 do 3 (1 – nejméně důležité, 2 – středně důležité, 3 – nejdůležitější). Jednotlivá kritéria jsou poté obodována od 1 do 5 (1 – nejhorší, 5 – nejlepší).

	KRITÉRIUM	VÁHA	BODY	HODNOCENÍ	SOUČET	POŘADÍ
VARIANTA I	Stavební úpravy	2	5	10	43	3
	Zábory pozemků	1	4	4		
	Ekonomické hledisko	2	5	10		
	Bezpečnost silničního provozu	2	3	6		
	Bezpečnost a pohyb chodců	2	2	4		
	Kapacita křižovatky	3	3	9		
VARIANTA II	Stavební úpravy	2	4	8	45	2
	Zábory pozemků	1	4	4		
	Ekonomické hledisko	2	4	8		
	Bezpečnost silničního provozu	2	4	8		
	Bezpečnost pohybu chodců	2	4	8		
	Kapacita křižovatky	3	3	9		
VARIANTA III	Stavební úpravy	2	3	6	50	1
	Zábory pozemků	1	3	3		
	Ekonomické hledisko	2	3	6		
	Bezpečnost silničního provozu	2	5	10		
	Bezpečnost pohybu chodců	2	5	10		
	Kapacita křižovatky	3	5	15		

Tabulka č. 13 – Vyhodnocení nejlepší varianty

6.1 Zdůvodnění hodnocení

Stavební úpravy

V tomto kritériu se hodnotila předpokládaná rozsáhlost stavebních prací se stupněm důležitosti 2. Vítězem tohoto návrhu se stala varianta I, která jako průsečná křižovatka oproti ostatním variantám neobsahuje středový ostrov stejný počet dopravních ostrůvků.

Zábory pozemků

Důležitost tohoto kritéria byla stanovena na stupeň 1. Vítězným návrhem byly shodně varianta I a také varianta II, jelikož plocha rozsáhlosti těchto návrhů je takřka shodná.

Ekonomické hledisko

Z pohledu investic do rekonstrukce křižovatky je toto kritérium ovlivněno dvěma předchozími kritérii. Stupeň důležitosti kritéria je 2. Z toho důvodu je vítězná varianta I.

Bezpečnost silničního provozu

Důležitost kritéria je stanovena na stupeň 2. Vzhledem k vyloučení kolizních bodů vozidel na turbo-okružní křižovatce oproti dalším dvěma návrhům, je vítězem tohoto kritéria varianta III.

Bezpečnost pohybu chodců

Dalším z důležitých kritérií je bezpečnost pohybu chodců v prostoru křižovatky. Stupeň důležitosti je 2. Tento bod byl do hodnotících kritérií zařazen, jelikož varianta I umožňuje zcela rozdílné uspořádání přechodů pro chodce. Vítězným návrhem se před variantou II stala varianta III. Umístění přechodů pro chodce je sice v těchto variantách velice podobné, ale u varianty turbo-okružní křižovatky jsou navíc chodníky odděleny od prostoru komunikace zelenými pásy travnaté plochy, což chodcům poskytuje větší bezpečnost.

Kapacita křižovatky

Jednoznačně nejdůležitější kritérium, jelikož se jedná o zásadní problém stávajícího stavu křižovatky. Z tohoto důvodu bylo ohodnoceno stupněm 3 a vítězem se očekávaně stala varianta III, turbo-okružní křižovatka, která svým konstrukčním uspořádáním zcela

vyloučí či značně omezí tvorbu dopravních kolon a uleví tak současné nevyhovující dopravní situaci.

6.2 Celkové vyhodnocení

Provedením multikriteriálního hodnocení se zjistilo, že vítězem a nejlepší variantou se stala varianta III v podobě turbo-okružní křižovatky, u které rozhodla nejdůležitější kritéria, a to její kapacita, bezpečnost pohybu chodců a silniční provoz. Na druhém místě se umístila varianta II, jednopruhová okružní křižovatka, která si přilepšila rovněž díky bezpečnosti silničního provozu, ale také díky menšímu záboru do okolních pozemků. Za nejméně vhodnou variantu je považována varianta I, průsečná křižovatka s pruhem pro odbočení vlevo, která získala body plusové body pouze díky menším stavebním úpravám a souvisejícímu ekonomickému hledisku.

7. ROZPRACOVÁNÍ VÍTĚZNÉ VARIANTY

Varianta III, která zvítězila v multikriteriálním hodnocení, je dále detailněji rozpracována. Je pro ni navrženo materiálové řešení (příloha 6), dále je zpracován zábor pozemků (příloha 7) a dva vzorové příčné řezy vedené středovým ostrovem turbo-okružní křižovatky (příloha 8) a přechodem pro chodce na rameni A (příloha 9). Pro vítěznou variantu je dále navržena nová skladba pro vozovku komunikace a také pro chodníky. Všechny skladby byly navrženy v souladu s *TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací* [18].

7.1 Zábor pozemků

Zábor pozemků u vítězné varianty III je detailně zpracován pomocí dvou tabulek. Tabulka č. 14 obsahuje výpis všech stavbou dotčených parcel a celkovou sumu jejich záboru s rozdělením na zábor trvalý či dočasný. Tabulka č. 15 pak ukazuje, jaká výměra z celkové zastavěné plochy stavby náleží Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) a obci s rozdělením na trvalý a dočasný zábor včetně označení jednotlivých částí záboru dle přílohy 7.

SUMA ZÁBORU DOTČENÝCH PARCEL [m2]			
Č. P.	TRVALÝ	DOČASNÝ	CELKEM
411/1	1 057	208	1 265
267/4	8	0	8
267/3	529	0	529
255/1	189	0	189
1971/1	161	0	161
3189	0	54	54
2146	1 431	1 002	2 433
2141	9	0	9
2140	69	0	69
2137	8	0	8
2136	0	7	7
2134	15	5	20
2132	20	7	27
2129	8	6	14
521	1 412	249	1 661
520	150	0	150
266	449	30	479
166	19	0	19

Tabulka č. 14 – Suma záboru dotčených parcel

ZÁBORY POZEMKŮ							
OZN.	P. Č.	MÍRA ZÁBORU [m2]	TYP ZÁBORU	OZN.	P. Č.	MÍRA ZÁBORU [m2]	TYP ZÁBORU
1	2146	1 136	Trvalý	26	1971/1	59	Trvalý
2	411/1	915	Trvalý	27	267/3	344	Trvalý
3	520	57	Trvalý	28	266	286	Trvalý
4	521	1 412	Trvalý	29	2136	7	Dočasný
5	255/1	54	Trvalý	30	2134	5	Dočasný
6	255/1	135	Trvalý	31	411/1	29	Dočasný
7	266	163	Trvalý	32	2132	7	Dočasný
8	267/4	8	Trvalý	33	2129	6	Dočasný
9	267/3	185	Trvalý	34	411/1	21	Dočasný
10	1971/1	102	Trvalý	35	3189	54	Dočasný
11	2140	43	Trvalý	36	411/1	158	Dočasný
12	411/1	54	Trvalý	37	2146	907	Dočasný
13	2137	8	Trvalý	38	2146	40	Dočasný
14	411/1	65	Trvalý	39	2146	55	Dočasný
15	2134	15	Trvalý	40	521	43	Dočasný
16	2132	20	Trvalý	41	521	42	Dočasný
17	2129	8	Trvalý	42	521	14	Dočasný
18	411/1	12	Trvalý	43	521	17	Dočasný
19	411/1	11	Trvalý	44	521	22	Dočasný
20	2146	187	Trvalý	45	521	14	Dočasný
21	2146	108	Trvalý	46	521	34	Dočasný
22	2141	9	Trvalý	47	521	28	Dočasný
23	520	93	Trvalý	48	521	15	Dočasný
24	166	19	Trvalý	49	521	20	Dočasný
25	2140	26	Trvalý	50	266	30	Dočasný
ŘSD	Trvalý:	3 574	Dočasný:	0	CELKEM:	3 574 m ²	
OBEC	Trvalý:	1 960	Dočasný:	1 568	CELKEM:	3 528 m ²	

Tabulka č. 15 – Rozdělení záboru ŘSD a obce

7.2 Návrh skladby vozovky

Vzhledem k vyšší intenzitě provozu těžkých nákladních vozidel je navržena skladba, která spadá do II. třídy dopravního zatížení podle katalogového listu:

D0-N-1-II-PIII

ASFALTOVÝ KOBEREC MASTIXOVÝ	SMA 11 S	40 mm	ČSN EN 13108-5
SPOJOVACÍ POSTŘIK MODIFIK.	PS-EP	0,35 kg/m ²	ČSN EN 13808
ASF. BETON PRO LOŽNÍ VRSTVU	ACL 16 S	70 mm	ČSN EN 13108-1
SPOJOVACÍ POSTŘIK MODIFIK.	PS-EP	0,35 kg/m ²	ČSN EN 13808
ASF. BETON PRO PODKL. VRSTVU	ACP 22 S	90 mm	ČSN 73 6124-1
INFILTRAČNÍ POSTŘIK	PI-E	-	ČSN EN 13808
MECHANICKY ZPEVNĚNÉ KAMEN.	MZK 0/32	200 mm	ČSN EN 13285
ŠTĚRKODRŤ	ŠD 0/32 min.	250 mm	ČSN EN 13285
<hr/>			
KONSTRUKCE VOZOVKY CELKEM	min.	650 mm	
MINIMÁLNÍ MODUL PŘETVÁRNOSTI NA PLÁNI		45 MPa	

7.3 Návrh skladby chodníku

Konstrukce skladby nástupiště byla navržena podle katalogového listu:

D2-D-2-CH-PIII

ZÁMKOVÁ DLAŽBA	DL	60 mm	ČSN 73 6131-1
LOŽNÁ VRSTVA	L	30 mm	ČSN 73 6126-1
MECHANICKY ZPEVNĚNÁ ZEMINA	MZ min.	200 mm	ČSN 73 6125
<hr/>			
KONSTRUKCE VOZOVKY CELKEM	min.	290 mm	
MINIMÁLNÍ MODUL PŘETVÁRNOSTI NA PLÁNI		30 MPa	

7.4 Odhad nákladů na rekonstrukci

Orientační odhad nákladů na rekonstrukci byl proveden pomocí ceníku ústavu územního rozvoje pro průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí pro rok 2017 [19].

Celková cena je pak stanovena bez úprav inženýrských sítí a bez vodorovného dopravního značení. Cena svislého dopravního značení je stanovena jako průměrná, vyjádřená nabízenými cenami externích firem zabývajících se realizací dopravního značení. [20]

	POPIS POLOŽKY	MNOŽSTVÍ	M. J.	CENA/M.J.	CENA CELKEM (bez DPH)
ZEMNÍ A PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	Odstranění povrchu vozovky (z asfaltové vrstvy)	3 124	m2	695	2 171 180 Kč
	Odstranění povrchu chodníku (dlažba z betonových dlaždic)	84	m2	190	15 960 Kč
	Odstranění povrchu chodníku (zámková dlažba)	521	m2	200	104 200 Kč
	Odstranění povrchu chodníku (z asfaltové vrstvy)	594	m2	745	442 530 Kč
	Odstranění stařiny (neudržovaného travního porostu)	827	m2	29	23 983 Kč
KOMUNIKACE	Nová konstrukce vozovky (D0-N-1-NII-PIII)	3 435	m2	1 510	5 186 850 Kč
	Nový chodník dlážděný (D2-D-2-CH-PIII)	1 185	m2	695	823 575 Kč
	Dlažba z žulových kostek	144	m2	1 670	240 480 Kč
ÚPRAVA PLOCH	Založení travního porostu (v rovině)	686	m2	23	15 778 Kč
	Založení travního porostu (do 1:2)	992	m2	33	32 736 Kč
	Založení travního porostu (do 1:1)	85	m2	42	3 570 Kč
OSTATNÍ	Svislé dopravní značení	31	ks	1 500	46 500 Kč
Cena celkem bez DPH (bez rezervy)					9 107 342 Kč
Rezerva - další nezahrnuté údaje			15%		1 366 101 Kč
Cena celkem bez DPH (včetně rezervy)					10 473 443 Kč

Tabulka č. 16 – Odhad nákladů na rekonstrukci

8. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat variantní návrhy rekonstrukce křižovatky silnice I/46 a II/444 ve městě Šternberk. Při navrhování jednotlivých variant bylo přihlédnuto k problémům stávajícího stavu křižovatky. Po provedení celkového vyhodnocení všech navržených variant, byla za nejvhodnější variantu k rekonstrukci prohlášena varianta III – turbo-okružní křižovatka. Tato varianta splňuje všechny dané vstupní podmínky pro vyřešení problémů, které stávající stav křižovatky vykazuje. Jedná se především o nedostatečnou kapacitu, která není schopna vyhovět vysoké intenzitě silničního provozu během dopravních špiček, při kterých dochází ke tvorbě dopravních kolon, jak na vedlejší, tak především hlavní komunikaci. Turbo-okružní křižovatka je svým typem a konstrukčním uspořádáním schopna s dostatečnou rezervou vyhovět vysoké intenzitě silničního provozu, zvýšit jeho bezpečnost a zajistit snadný a bezpečný pohyb chodců v jejím prostoru. Návrh mimo jiné respektuje případné průjezdy přeprav nadrozměrného nákladu křižovatkou, a to navržením potřebných stavebních opatření.

Pro případnou rekonstrukci stávajícího stavu křižovatky je tedy doporučena realizace varianty III – turbo-okružní křižovatky.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Janu Petřů, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Šternberk> [online]. [cit. 2017-11-29].
- [2] https://cs.wikipedia.org/wiki/Dějiny_Šternberka [online]. [cit. 2017-11-29]
- [3] Mapy.cz [online]. [cit. 2017-11-29]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
- [4] Map Google a Google Earth [online]. [cit. 2017-11-29].
Dostupné z: www.google.cz/maps
- [5] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, ČNI, 2007
- [6] Výsledky celostátního sčítání dopravy 2016 ŘSD [online]. [cit. 2017-11-29].
Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [7] TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání), MD ČR, 2012
- [8] TP 225 – Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání), MD ČR, 2012
- [9] Nehodovost z jednotné dopravní vektorové mapy [online]. [cit. 2017-11-29].
Dostupné z: <http://www.jdvm.cz>
- [10] Disertační práce Petřů – Průjezd nadměrných přeprav v prostoru křižovatek, 2014
- [11] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací, ČNI, 2006
- [12] ČSN 73 6110 ZMĚNA Z1 Projektování místních komunikací, ČNI, 2010
- [13] Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek, VUT FAST, 2015
- [14] TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty, KOURA, 2006
- [15] TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, VUT FAST, 2017
- [16] TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích II. vydání, MD ČR, 2005
- [17] Vyhláška 389/2009 Sb. o obecných a technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, 2009
- [18] TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, 2006
- [19] Cenové podklady z ÚÚR, Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury Aktualizace 2017 [online]. [cit. 2017-11-29]. Dostupné z: <http://www.uur.cz>
- [20] AZ Značky. Ceník dopravního značení [online]. [cit. 2017-11-29]
Dostupné z: <http://www.azznacky.cz/ceniky>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1 – Poloha zájmové oblasti
- Obrázek č. 2 – Poloha křižovatky
- Obrázek č. 3 – Širší dopravní vztahy
- Obrázek č. 4 – Stav nároží křižovatky a chodníku před rekonstrukcí
- Obrázek č. 5 – Stav nároží křižovatky a chodníku po rekonstrukci
- Obrázek č. 6 - Nevyhovující stav levého nároží křižovatky
- Obrázek č. 7 – Poškozená krajnice podél komunikace
- Obrázek č. 8 – Příklad VDZ s pohledem na vedlejší komunikaci
- Obrázek č. 9 – Příklad VDZ na vedlejší komunikaci
- Obrázek č. 10 – Tvorba kolony za odbočujícím nákladním vozidlem
- Obrázek č. 11 – Ramena křižovatky a dopravní proudy
- Obrázek č. 12 – Intenzita dopravy dle ŘSD
- Obrázek č. 13 – Místa dopravních nehod na křižovatce
- Obrázek č. 14 – Vypodložení pomocí dřevěných hranolů přes kotevní šrouby
- Obrázek č. 15 – Varianta I
- Obrázek č. 16 – Návrh dopravního ostrůvku
- Obrázek č. 17 – Úprava dopravního ostrůvku
- Obrázek č. 18 – Rotační socket RS60
- Obrázek č. 19 – Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u varianty I
- Obrázek č. 20 – Varianta II
- Obrázek č. 21 – Úprava pro přejezd přepravy nadrozměrného nákladu
- Obrázek č. 22 – Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u varianty II
- Obrázek č. 23 – Varianta III
- Obrázek č. 24 – Provedení monolitického fyzického oddělení jízdních pruhů
- Obrázek č. 25 – Průjezd přepravy nadrozměrného nákladu u varianty III

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1 – Hodinové intenzity
- Tabulka č. 2 – Intenzity dopravních proudů ve špičkové hodině
- Tabulka č. 3 – Součet jednotlivých druhů vozidel během měření
- Tabulka č. 4 – Denní variace intenzit dopravy v běžný pracovní den, osobní vozidla
- Tabulka č. 5 – Týdenní variace intenzit dopravy, osobní vozidla

Tabulka č. 6 – Roční variace intenzit dopravy, osobní vozidla
Tabulka č. 7 – Koeficienty vývoje intenzit dopravy pro všechna vozidla
Tabulka č. 8 – Délky vyřazovacích úseků
Tabulka č. 9 – Návrhové parametry přídatného pruhu
Tabulka č. 10 – Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty I
Tabulka č. 11 – Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty II
Tabulka č. 12 – Použité druhy vodorovného dopravního značení varianty III
Tabulka č. 13 – Vyhodnocení nejlepších varianty
Tabulka č. 14 – Suma záboru dotčených parcel
Tabulka č. 15 – Rozdělení záboru ŘSD a obce
Tabulka č. 16 – Odhad nákladů na rekonstrukci

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Statistika dopravních nehod

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 | Situace širších vztahů
Příloha č. 2 | Situace – Stávající stav
Příloha č. 3.1 | Varianta I – Situace stavebních úprav
 č. 3.2 | Varianta I – Situace dopravního značení
 č. 3.3 | Varianta I – Rozhledové trojúhelníky
 č. 3.4 | Varianta I – Vlečné křivky
Příloha č. 4.1 | Varianta II – Situace stavebních úprav
 č. 4.2 | Varianta II – Situace dopravního značení
 č. 4.3 | Varianta II – Rozhledové trojúhelníky
 č. 4.4 | Varianta II – Vlečné křivky
Příloha č. 5.1 | Varianta III – Situace stavebních úprav
 č. 5.2 | Varianta III – Situace dopravního značení
 č. 5.3 | Varianta III – Rozhledové trojúhelníky
 č. 5.4 | Varianta III – Vlečné křivky
Příloha č. 6 | Varianta III – Materiálové řešení
Příloha č. 7 | Varianta III – Zábor pozemků
Příloha č. 8 | Varianta III – Vzorový příčný řez A-A'
Příloha č. 9 | Varianta III – Vzorový příčný řez B-B'